**UNIVERSITATEA ORADEA**
**Facu;tatea de Inginerie Electrica si**
**Tehnologia Informatiei**

Prof.univ.dr.ing. Ovidiu POPOVICI

# INSTALATII ELECTRICE
## Lucrari laborator

**2007**

# Cuvint inainte

După aproape două secole de la descoperirea sa, electricitatea continuă să fie cea mai importantă formă de energie utilizată de consumatorii industriali şi casnici.

Este evident că avantajele pe care le prezintă energia electrică, privind protecţia mediului, transportul si versatilitatea aplicaţiilor practice, ne indreptăţesc să credem că utilizările energiei electrice vor creşte ca volum si ca diversitate.

Pregătirea de specialişti în domeniul instalaţiilor electrice, impune cunoaşterea practică a acestora, efectuarea de stagii practice şi proiectarea unor astfel de instalaţii. Folosirea calculatorului în această direcţie se impune tot mai mult, atît în efectuarea unor simulări cît mai ales în proiectare.

Lucrarea de faţă încearcă să răspundă nevoilor de învăţare , dar şi acelora de punere în practică şi de proiectare, în domeniul instalaţiilor electrice, beneficiind de prezenţa în Romania a unor companii puternice , cum ar fi Philips Lightning şi de programele de proiectare Calculux şi Dialux.

Autorul

## CUPRINS

Cuvînt înainte.....1

Capitol 1. Norme de protecţia muncii in transportul şi distribuţia energiei electrice .....4
Capitol 2. Coeficientului de cerere şi factorul de putere cerut determinate prin metoda analizei directe.....25
Capitol 3. Compensarea factorului de putere cu bateria de condensatoare centralizata.....37
Capitol 4. Caracteristicile instalaţiilor electrice de încălzire cu microunde .....51
Capitol 5. Caracteristicile aparatelor de iluminat.....60
Capitol 6. Caracteristicile sistemelor de iluminat interior .....85
Capitol 7. Programul CALCULUX SUPRAFEŢE în proiectarea sistemelor de iluminat .....96
Capitol 8. Programul CALCULUX în proiectarea sistemelor de iluminat exterior.....130
Capitol 10.Programul DIALUX in proiectarea sistemelor de iluminat.....166

Anexe ..... 184

A1. Caracteristicile de consum ($k_c$, cos $\Phi_c$).....185
A2. Factorii de utilizare ale aparatelor de iluminat marca Electrobanat, Timişoara.....193
A3. Luxmetrul de tip PU 150 .....200
A4. Tipuri de surse de lumină Philips .....202
A5. Clasificarea încăperilor şi locurilor în care se

amplasează instalaţiile electrice ..... 203
A6. Secţiuni minime admise ale conductelor utilizate în interior.206
A7. Secţiuni (diametre), minime admise pentru conductele montate în exterior ..... 208
A8. Pierderi de tensiune maxime admise, faţă de tensiunea nominală de utilizare în instalaţiile electrice de joasă tensiune, în procente..... .....208
A9. Corpuri de iluminat pentru lămpi cu incandescentă .....209
A10. Corpuri de iluminat pentru lămpi fluorescente ..... 211
A11. Înălţimi minime de suspendare şi unghiuri de protecţie pentru montajul corpurilor de iluminat ..... 215
A12. Iluminări Philips - interioare şi exterioare ..... 216
A13. Imagini 3D realizate cu ajutorul programului DIALux ..... 219

Bibliografie .....222

# CAPITOL 1

# NORME DE PROTECŢIA MUNCII IN TRANSPORTUL ŞI DISTRIBUŢIA ENERGIEI ELECTRICE

# LUCRAREA 1

# NORME DE PROTECŢIA MUNCII IN TRANSPORTUL ŞI DISTRIBUŢIA ENERGIEI ELECTRICE

## 1. Scopul lucrării

Instalatiile electrice industriale, datorita specificului echipamentelor a modului de utilizare si a gradului ridicat de pericol, trebuie protejate cu ajutorul unor reglementari si norme riguroase in scopul evitarii accidentelor.

In primul rind cunoasterea si apoi punerea in aplicare a normelor de protectia muncii, reprezinta o obligatie profesionala si morala a inginerilor si tehnicienilor.

## 2. Norme si reglementari

### *2.1.Sistemul electroenergetic*

-Sectoarele sistemul electroenergetic sunt următoarele :

- producerea
- transportul
- distribuţia
- utilizarea

- consumul

-Producerea energiei electrice cuprinde generatoarele şi circuitele primare.

-Transportul energiei electrice include următoarele :

– staţiile electrice, cu transformatoarele şi autotransformatoarele (ridicătoare de tensiune şi coborâtoare la tensiunea de distribuţie);

– reţelele electrice de 110kV, 220kV, 400kV şi 750 kV.

-Distribuţia energiei electrice cuprinde:

– staţiile electrice de distribuţie, inclusiv transformatoarele coborâtoare la tensiunea de distribuţie sau utilizare;

– reţelele electrice cu tensiuni de (0,4...20) kV.

-Utilizarea energiei electrice se referă la:

– staţiile electrice de utilizare, inclusiv transformatoarele coborâtoare la tensiunea consumatorului;

– reţelele de utilizare, proprii incintei (interioare sau/şi exterioare) de 0,4 şi 6 kV, până la consumator (utilaje, agregate, aparate de iluminat, motoare electrice ş.a.).

-Consumul cuprinde totalitatea receptoarelor electrice şi se delimitează de utilizare după cum urmează:

– cutiile de borne ale tablourilor de utilaj;
– priza (monofazată sau trifazată) de alimentare a utilajelor;
– bornele aparatelor de iluminat;
– captatorul de curent la mijloacele de transport electric;

## *2.2.Protecţia împotriva electrocutării*

*A Electrocutarea*

Se intelege prin electrocutare accidentul datorat trecerii curentului electric prin organismul uman. Pericolul pe care îl reprezintă trecerea curentului electric prin corpul omenesc se datorează efectelor interne sau şocurilor electrice, manifestate prin contracţii musculare, paralizii, leşinuri şi oprirea bătăilor inimii şi efectelor de suprafaţă, cum sunt arsurile, rănile şi metalizarea pielii.

Efectele interne au loc în cazul în care curentul electric acţionează direct asupra inimii, asupra sistemului nervos sau concomitent asupra inimii şi a sistemului nervos. Sub acţiunea curentului electric, contracţiile şi destinderile fibrelor muşchiului inimii se produc foarte rapid (de câteva sute de ori pe minut) şi dezordonat, ceea ce echivalează practic cu oprirea funcţionării inimii. Acest fenomen, denumit fibrilaţia inimii, poate provoca moartea, dacă durata de acţiune a unui curent de peste 50 mA este mai mare de 0,2 s.

Acţiunea curentului asupra sistemului nervos afectează în general funcţionarea respiraţiei, până la oprirea acesteia.

Efectele de suprafaţă se datorează căldurii dezvoltate la trecerea curentului electric, precum şi în arcul electric format la punctele de contact.

Trebuie remarcat, că nu tensiunea aplicată asupra organismului este periculoasă, ci valoarea curentului care-l străbate, mai ales dacă traseul cuprinde şi inima sau puncte de mare sensibilitate nervoasă.

Limita maximă a curentului admis prin corpul omului (considerat nepericulos) într-un timp mai mare de 3 s este de 10 mA în c.a. sau 50 mA în c.c.

În curent alternativ, la o valoare a curentului prin om mai mare

de 17 mA, omul nu se mai poate elibera singur de sub acţiunea curentului electric, deoarece se produc convulsii ale muşchilor, care nu permit desprinderea de sub elementul sub tensiune, atins. Astfel, durata acţiunii curentului asupra corpului omenesc creşte şi efectele se amplifică, în primul rând datorită scăderii treptate a rezistenţei electrice a corpului uman.

*B Tipuri de electrocutări*

Pentru evitarea accidentelor prin electrocutare, la proiectarea, execuţia şi exploatarea instalaţiilor electrice trebuiesc respectate o serie de prescripţii tehnice, cuprinse în standardele, normele şi reglementările de protecţie a muncii pentru fiecare sector in parte.

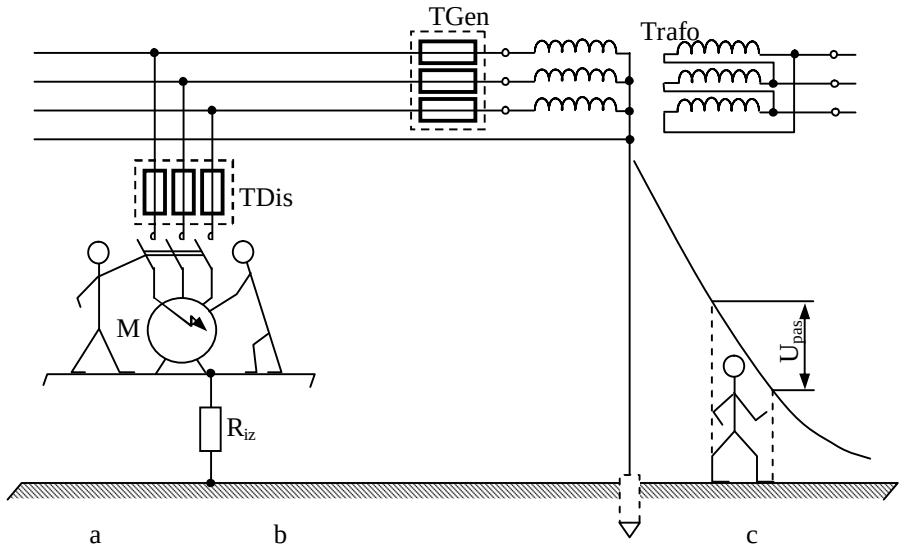



Fig. 1.1. Tipuri de electrocutari: a - atingere directă; b - atingere indirectă; c - tensiune de pas.

Aceste prescripţii se referă la evitarea electrocutărilor, care pot

avea loc în condiţiile reprezentate în figura 1.1, prin:

– *atingeri directe* (fig. 1.1, a), adică atingerea unui element conductiv dintr-o instalaţie electrică, aflat normal sub tensiune, nemijlocit sau prin intermediul unui obiect conductiv;

– *atingeri indirecte* (fig. 1.1, b), constând în atingerea unui element conductiv al unei instalaţii electrice intrat accidental sub tensiune, datorită unui defect de izolaţie;

– *tensiune de pas* (fig. 1.1, c), apărută ca urmare a atingerii simultane a două puncte de pe sol, aflate la potenţiale diferite şi considerate la o distanţă convenţională de 0,8 m.

*C Tensiunile de defect şi de atingere*

Avind in vedere ca instalaţiile de distribuţie şi utilizare se caracterizează în primul rând prin tensiunea de lucru, stabilirea măsurilor corespunzătoare de protecţie împotriva electrocutărilor impune prevederea unor prescripţii referitoare la tensiuni.

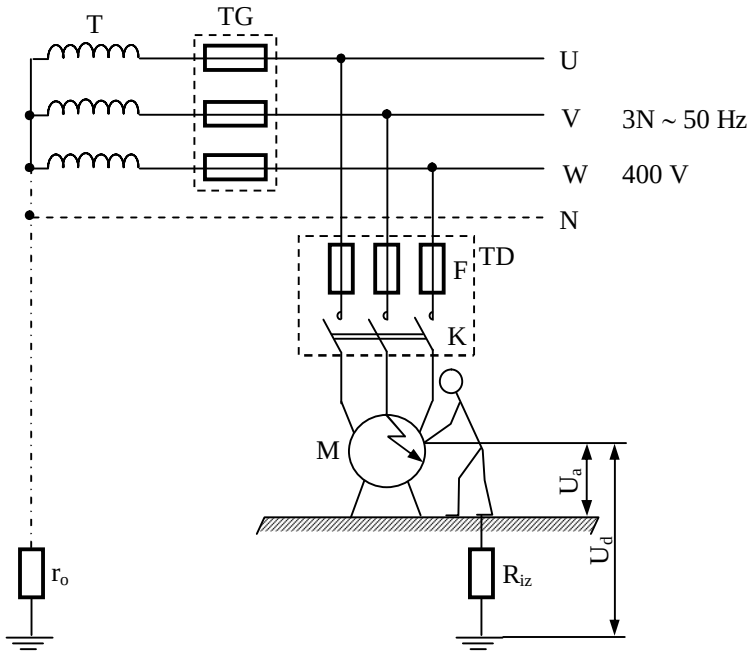
Astfel, în legătură cu figura exemplificare de mai jos, se definesc următoarele tensiuni:

– *tensiunea de defect* $U_d$ este tensiunea accidentală a unei faze cu izolaţia defectă, faţă de pământ, la locul defectului;

– *tensiunea de atingere* $U_a$ este partea din tensiunea de defect sau din tensiunea unei instalaţii de legare la pământ, la care este supus omul. Diferenţa dintre tensiunea de defect $U_d$ sau tensiunea $U_p$ a prizei de legare la pământ şi tensiunea de atingere Ua este reprezentată, în ambele cazuri, de căderea de tensiune pe rezistenţa de izolaţie $R_{iz}$ a omului faţă de zona considerată de potenţial zero.

În vederea precizării valorilor admisibile ale tensiunii de

atingere ca parte din tensiunea unei instalaţii de legare la pământ, se consideră, conform STAS 8275-68, că distanţa omului faţă de instalaţia de legare la pământ este de 0,8 m. De asemenea, rezistenţa electrică $R_h$, a corpului omenesc se consideră de 1.000 Ω, pentru protecţia împotriva accidentelor prin atingere directă şi de 3.000 Ω, pentru protecţia împotriva accidentelor prin atingere indirectă.




Exemplificare -tensiunile de defect şi de atingere.

Tensiunea de atingere (şi de pas $U_{pas}$) maxim admisă $U_{uM}$,

pentru instalaţii de joasă tensiune, se precizează în normative, în corelaţie cu timpul ce aplicare (egal cu timpul de deconectare) al acestei tensiuni, asupra organismului uman.

Astfel, în cazul instalaţiilor cu tensiuni nominale mai mici de 1.000 V, e prevăd tensiuni de atingere maxim admise după cum urmează:

– 65 V pentru tensiuni alternative şi 110 V pentru tensiuni continue, la timpi de deconectare mai mici de 3 s;

– 40 V pentru tensiuni alternative şi 65 V pentru tensiuni continue, la timpi de deconectare mai mari de 3 s;

– 24 V în exploatări subterane şi pentru utilaje portabile, lucrând în medii periculoase şi foarte periculoase (umiditate peste 75%, temperatura peste 30°C, pardoseală şi obiecte cu proprietăţi conductive).

Pentru instalaţiile electrice cu tensiune nominală de lucru de 1000 V şi nai mult, tensiunea de atingere (sau de pas), maxim admisă are valoarea $U_{aM}$ = 125 V, atât în cazul reţelelor izolate faţă de pământ sau legate la pământ prin bobine de compensare, cât şi în cazul reţelelor legate la pământ, incintele unităţilor industriale şi agricole, dacă se folosesc izolatoare de calitate superioară.

*MASURI DE PROTECTIE*

Măsurile de protecţie, care pot fi aplicate în scopul evitării accidentelor prin atingere indirectă, sunt în funcţie de felul reţelelor, după cum urmează:

*a) la reţelele legate la pământ:*

– folosirea tensiunilor de alimentare reduse;

– protecţia prin legare la pământ;
– protecţia prin legare la nul;
– izolarea suplimentară de protecţie;
– separarea de protecţie;
– egalizarea sau dirijarea potenţialelor;
– deconectarea automată în cazul apariţiei tensiunilor de atingere periculoase (PATD) sau a scurgerilor periculoase de curent (PACD)

*b) la reţelele izolate faţă de pământ:*

– protecţia prin legare la pământ;
– controlul permanent al rezistenţei de izolaţie a reţelei faţa de pământ, cu posibilitatea de semnalizare acustică şi optică a punerilor simple la pământ;
– egalizarea sau dirijarea potenţialelor,
– deconectarea rapidă a punerilor duble la pământ.

În ambele cazuri, de la punctele a şi b. se pot utiliza mijloace de protecţie individuale.

Valorile precizate pentru tensiunile de atingere maxime admise constituie premise importante la dimensionarea mijloacelor de protecţie aferente măsurilor menţionate. In principiu, mijloacele de protecţie realizează reducerea tensiunilor de atingere până la valori admisibile, mărirea impedanţei corpului omenesc sau scurtarea damei de trecere a curentului prin corpul uman.

### *1. Utilizarea tensiunilor reduse*

Principiul protecţiei constă în reducerea tensiunilor de atingere, prin folosirea unor tensiuni de alimentare reduse de 12,

24,42 V, pentru aparate şi maşini electrice fixe, mobile sau portabile. La folosirea utilajelor portabile, protecţia prin folosirea tensiunilor reduse reprezintă un mijloc principal de protecţie. Modul de echipare corespunzător, a unui circuit de tensiune redusă este reprezentat în figura 1.2.

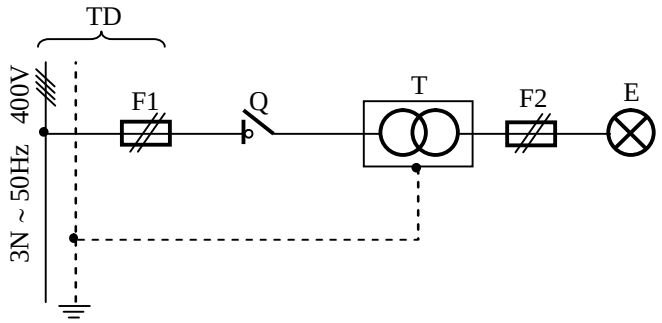



Fig. 1.2. Circuit de tensiune redusă

Ca surse de energie, pot fi utilizate transformatoare coborâtoare (speciale, de protecţie, omologate ca atare) convertizoare cu înfăşurări separate între ele şi acumulatoare electrice sau elemente galvanice. Folosirea autotransformatoarelor ca sursă de tensiune nu este admisă, deoarece prezintă pericolul de a transmite tensiunea reţelei în circuitul de tensiune redusă, în caz de întrerupere a conductorului bobinei. în plus, autotransformatoarele pot transmite tensiuni de atingere periculoase şi fără defect, dacă sunt alimentate dintr-o reţea cu neutrul legat la pământ.

### *2. Protecţia prin legare la pământ*

Această măsură de protecţie constă în legarea la o priză de pământ, artificială, a tuturor părţilor metalice ale echipamentelor electrice, care în mod obişnuit nu se află sub tensiune, dar care pot fi

puse accidental sub tensiune, datorită unui defect de izolaţie. Schema de principiu a protecţiei prin legare la pământ este reprezentată în figura 1.3, pentru o reţea electrică, având neutrul legat la pământ.

Priza de pământ de protecţie, având o rezistenţă de dispersie $r_p$ mai mică de 4 Ω, este diferită de priza de pământ de exploatare, a cărei rezistenţă trebuie să îndeplinească inegalitatea $r_o \leq 10$ Ω.

În instalaţiile cu neutrul legat la pământ, în cazul unor defecte de izolaţie (figura 1.4), apar curenţi $I_p$ relativ mari de punere la pământ, care pot fi izolaţi şi întrerupţi de elementele de protecţie la scurtcircuit (siguranţe fuzibile sau întreruptoare automate). Pentru aceasta este necesar să existe următoarele corelaţii între curentul $I_p$ de punere la pământ prin priză (egal cu curentul de defect $I_d$, când curentul prin om $I_h = 0$) şi curenţii de declanşare ai protecţiei la scurtcircuit:

– în cazul protejării circuitelor prin întreruptoare automate, prevăzute cu declanşatoare sau relee electromagnetice

$$I_p \geq 1{,}25\, I_{re} \qquad (1.1)$$

relaţie în care $I_{re}$ este curentul de reglaj al acestora, în A;

– în cazul protecţiei la scurtcircuit prin siguranţe fuzibile

$$I_p \geq K I_{nf} \qquad (1.2)$$

în care $I_{nf}$ este curentul nominal al siguranţei fuzibile, iar $K$ un coeficient având valorile după cum urmează: $K = 3{,}5$ pentru siguranţe cu medie putere de rupere şi $K = 5{,}0$ pentru siguranţe cu mare putere de rupere, valori pentru care se asigură deconectarea sectorului defect într-un timp mai scurt de 3 secunde.

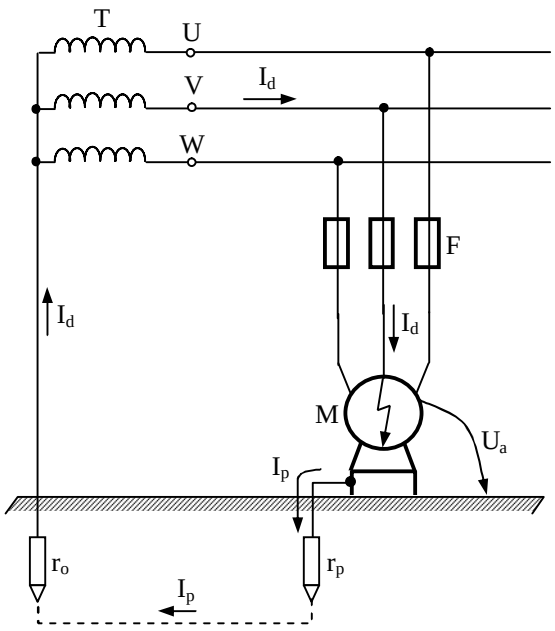



Fig. 1.3. Protecţia prin legare la pământ, pentru reţele electrice cu neutrul legat la pământ; $r_o$ - rezistenţa prizei de pământ, de exploatare; $r_p$ - idem, de protecţie.

În cazul reţelelor izolate faţă de pământ, închiderea circuitelor prin care circulă curenţii de defect se realizează prin rezistenţele de izolaţie şi capacităţile fazelor reţelei faţă de pământ. Dacă rezistenţa de izolaţie a reţelei (izolate faţă de pământ) este menţinută în permanenţă la o valoare suficient de mare, chiar în cazurile în care capacitatea reţelei faţă de pământ este mare, se obţin valori mici pentru curenţii $I_p$ de punere la pământ monofazată.

Exista un potential pericol dacă, în timp ce există punerea unei faze la carcasă, datorită deteriorării izolaţiei unei faze la un anumit utilaj, apare o altă punere la pământ, pe o altă fază a reţelei, la alt utilaj. In acest caz, se stabileşte un curent de scurgere între faze,

adică o punere la pământ bifazată, situaţie în care, la cel puţin unul dintre utilaje apare o tensiune de atingere periculoasă; în majoritatea cazurilor, ambele tensiuni de atingere depăşesc limita admisă . Evitarea accidentelor este posibilă prin legarea carcaselor utilajelor electrice printr-un conductor de rezistenţă electrică mică şi corelarea protecţiei cu valorile curentului de scurtcircuit, prin relaţiile (1.1) şi (1.2). Prima măsură reduce tensiunile de atingere, iar a doua asigură deconectarea sectorului defect într-un timp mai scurt de 3 secunde.

Dat fiind pericolul pe care îl reprezintă punerile la pământ bifazate, protecţia împotriva accidentelor prin atingere indirectă necesită, în plus, o instalaţie de semnalizare automată în cazul unei puneri simple la pământ.

Protecţia prin legare la pământ este măsura principală de protecţie în reţelele izolate faţă de pământ. în reţelele cu neutrul legat ia pământ, instalaţia de legare la pământ, de protecţie apare ca o protecţie de rezervă a instalaţiei de legare la nul.

### *3. Protecţia prin legare la nul*

Această măsură de protecţie constă, după cum se prezintă în figura 1.4, în legarea la conductorul de nul a carcaselor metalice ale echipamentelor electrice, alimentate de la reţele cu tensiuni sub 1 kV, cu neutrul legat la pământ.

În cazul producerii unui defect de izolaţie a unei faze, conductorul de nul de protecţie şi faza defectă sunt puse în legătură galvanică prin intermediul carcasei metalice, formându-se astfel un scurtcircuit între faza respectivă şi conductorul nul. Dacă între curentul de scurtcircuit (de defect) şi curentul de lucru al protecţiei maximale de curent este îndeplinită, după caz, una dintre relaţiile

(1.1) sau (1.2), atunci protecţia la scurtcircuit determină izolarea locului defect, într-un timp mai scurt de 3 secunde.

In acest timp, omul este supus la o tensiune de atingere $U_a$, aproximativ egală cu căderea de tensiune pe conductorul de nul (se consideră cazul cel mai defavorabil, când rezistenţa de trecere între om şi pământ $R_{iz} = 0$), conform relaţiei:

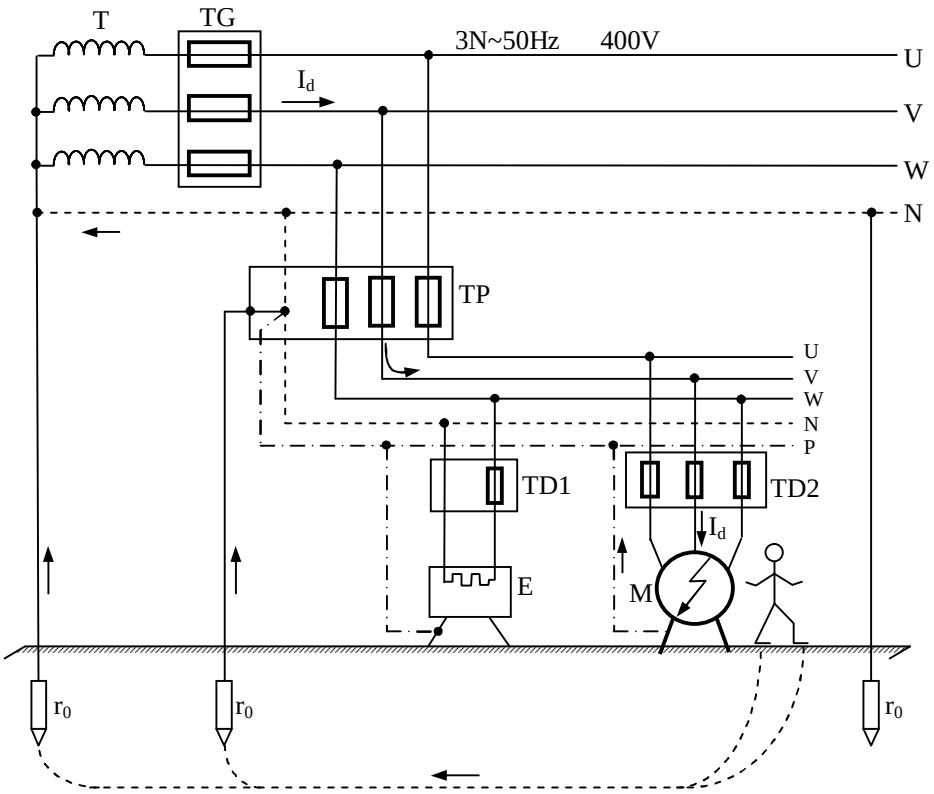



Fig. 1.4.Protecţia prin legare la nul-schema de principiu

$$U_a \cong I_d \cdot r_n, \tag{1.3}$$

în care

$$I_d \cong \frac{U_f}{r_f + r_n}, \tag{1.4}$$

$r_f$ şi $r_n$ fiind rezistenţele conductorului de fază, respectiv de nul.

Introducând (1.4) în (1.3) şi notând raportul $r_n/r_f = k$ se obţine

$$U_a = U_f \frac{k}{1+k}. \qquad (1.5)$$

Punând condiţia ca tensiunea de atingere să fie inferioară valorilor maxim admise, $U_a \le U_{aM}$, rezultă:

$$k \le \frac{U_{aM}}{U_f - U_{aM}}; \qquad (1.6)$$

pentru $U_f = 220$ V şi $U_{aM} = 65$ V se obţine:

$$k \le \frac{65}{220-65} = \frac{1}{2{,}4};\ r_n \le \frac{r_f}{2{,}4}, \qquad (1.7)$$

ceea ce duce la o secţiune mare a conductorului de nul faţă de cel de fază (pentru acelaşi material), fiind astfel o soluţie neeconomică. În consecinţă, secţiunea conductorului de nul se ia mai mică, cel mult egală cu secţiunea conductorului de fază, dar în aşa fel corelată cu protecţia la scurtcircuit (relaţia 1.1 şi 1.2), pentru ca, în caz de defect, să aibă loc scoaterea de sub tensiune a zonei periculoase.

Protecţia prin legare la nul trebuie să fie însoţită de o serie de măsuri suplimentare pentru a se evita unele pericole ce pot apărea pe parcursul execuţiei sau exploatării. Aceste măsuri constau în următoarele:

– separarea nulului de protecţie de nulul de lucru, începând de la ultimul tablou de distribuţie, în sensul transportului de energie;

– legarea repetată la pământ a nulului de protecţie în următoarele puncte: în apropierea sursei de alimentare; în cazul reţelelor aeriene, la capetele liniilor şi ramificaţiilor, iar pe traseu, la distanţe de cel mult 1 km; la nivelul tuturor tablourilor de distribuţie din instalaţiile electrice interioare sau exterioare. Această măsură are ca scop evitarea întreruperii accidentale a conductorului de nul de protecţie, deoarece, într-o astfel de situaţie, toate utilajele situate în

aval de punctul de întrerupere rămân neprotejate. Din acelaşi motiv, se interzice montarea de siguranţe sau întreruptoare pe traseul nulului de protecţie;

– respectarea indicaţiilor privind culorile izolaţiilor conductoarelor şi utilizarea legării suplimentare la pământ a carcaselor, cu scopul de a evita pericolul generat de inversarea unui conductor de fază cu conductorul de nul de protecţie, la legarea acestuia la carcasa echipamentului;

– în instalaţiile alimentate de la aceeaşi sursă, protecţia prin legare la nul trebuie aplicată în mod unitar, nefiind permisă utilizarea acesteia în anumite sectoare ale reţelei, în timp ce în altele s-a aplicat protecţia prin legare la pământ.

Legarea la nul constituie mijlocul principal de protecţie în cazul reţelelor cu neutrul legat la pământ.

### *4. Izolarea suplimentară, de protecţie*

Izolarea suplimentară de protecţie se referă la izolarea de protecţie a echipamentului şi la izolarea amplasamentului.

Izolarea de protecţie a echipamentului electric constă din:

– prevederea unei izolaţii întărite între elementele aflate sub tensiune şi cele accesibile atingerilor;

– acoperirea cu un material izolant a elementelor metalice, care ar putea intra sub tensiune, în caz de defect;

– prevederea unui strat de izolaţie intermediară între elementele metalice, accesibile atingerilor şi elementele care ar putea intra sub tensiune, în caz de defect.

Izolarea amplasamentului (locului de muncă) presupune

prevederea unei izolaţii suplimentare între om şi pământ. Se realizează prin acoperirea cu materiale izolante (covor de cauciuc sau PVC, lemn uscat etc.) a pardoselii şi a elementelor metalice, aflate în zona de manipulare şi în legătură cu pământul. Materialele izolante trebuie să fie întinse pe zone suficient de mari, pentru ca elementele sub tensiune să poată fi atinse numai de pe suprafeţele izolate şi să fie bine fixate pe suportul lor.

Rezistenţa $R_{iz}$ de izolare a amplasamentului trebuie să satisfacă relaţia:

$$R_{iz} \geq R_h \left( \frac{U_d}{U_{aM}} - 1 \right). \qquad (1.8)$$

Izolarea suplimentară de protecţie nu diminuează necesitatea execuţiei ireproşabile şi a păstrării în bune condiţii de calitate a izolaţiei de lucru, adică a izolaţiei elementelor conductoare, care fac parte din circuitele funcţionale, de lucru, ale curenţilor.

### *5. Separarea de protecţie*

Măsura separării de protecţie constă în alimentarea fiecărui receptor individual prin câte un transformator de separaţie sau un grup motor generator. în acest fel, se obţine o reţea izolată faţă de pământ, ceea ce înseamnă că, în orice punct al acestei reţele, potenţialul electric nu are o valoare precizată în raport cu potenţialul de referinţă, al pământului. Din principiul de funcţionare al transformatorului (sau al generatorului), numai diferenţa de potenţial dintre bornele secundare este determinată.

Schema de principiu a separării de protecţie este prezentată în figura 1.5. în cazul unei simple puneri la masă (de ex. defect în

punctul a), punctul respectiv al reţelei primeşte potenţialul pământului, deci nu apare o tensiune de atingere. Din acest moment însă, în reţea există un punct de potenţial raportat la pământ (reţea neizolată faţă de pământ), astfel încât un nou defect, de exemplu în punctul b, duce la apariţia unei tensiuni de atingere.

Pericolul apariţiei a două defecte simultane, pe faze diferite ale reţelei de alimentare a receptorului, conduce la necesitatea racordării unui singur receptor la un transformator de separaţie.

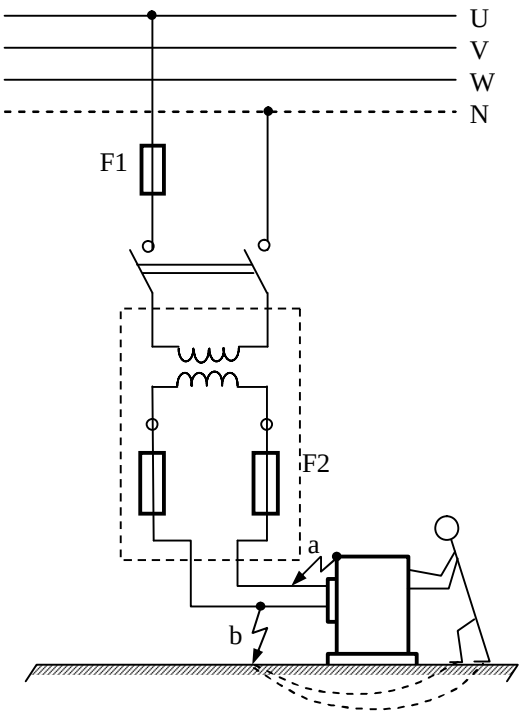



Fig. 1.5. Separarea de protecţie - schema de principiu.

### *6. Egalizarea sau dirijarea potenţialelor*

Egalizarea sau dirijarea potenţialelor se realizează prin legarea între ele a carcaselor echipamentelor şi a tuturor elementelor bune conductoare de electricitate, care se găsesc în zona de manipulare a omului prin aria conductoare cu rezistenţe electrice neglijabile.

Se aplică la acele încăperi în care este posibilă apariţia unor potenţiale de valori diferite între diverse echipamente sau elemente de construcţii aflate în legătură cu pământul.

### *7. Deconectarea automata a sectorului defect*

Tehnologiile noi au dus la realizarea unor dispozitive speciale de protecţie, care să asigure deconectarea automată a sectorului defect în următoarele două situaţii:

- în cazul apariţiei unor tensiuni de atingere periculoase;
- în cazul apariţiei unor curenţi de defect periculoşi.

#### *7.1 Protecţia prin deconectarea automată împotriva tensiunii de defect – PATD*

Acest tip de protecţie se poate utiliza în orice fel de reţele şi evită apariţia unor tensiuni de atingere periculoase pe elementele metalice ale unei instalaţii, care nu fac parte din circuitele curenţilor de lucru . Schema instalaţiei de protecţie cuprinde un contactor automat, prevăzut cu un releu de protecţie, care supraveghează potenţialul carcasei utilajului. faţă de pământ. Protecţia trebuie să asigure deconectarea circuitului utilajului în maxim 0,2 s.

*7.2Protecţia prin deconectare automată împotriva curentilor de defect -PACD*

Prin acest sistem de protecţie, se preîntâmpină apariţia unor tensiuni de atingere periculoase printr-o deconectare automată, determinată de acţiunea curenţilor care însoţesc fenomenul dezechilibrării prin defect a receptoarelor electrice.

Elementul funcţional esenţial al dispozitivelor PACD îl constituie transformatorul diferenţial de curent (filtru de curent de secvenţă homopolară), care îmbrăţişează toate conductoarele reţelei de distribuţie .

PACD trebuie să realizeze comanda deconectării utilajelor de la toate conductoarele reţelei, inclusiv de la nulul de lucru, în maxim 0.2 s.

Se interzice legarea la nulul de protecţie, după transformatorul diferenţial de curent, deoarece în acest caz suma fazorială a curenţilor ar fi egală cu zero şi în caz de defect.

***Reglementari tehnice pentru mediul de lucru***

Locatiile industriale, fie de proiectare, construcţii-montaj sau exploatare, trebuie să îndeplinească o serie de condiţii, specificate de norme . Dintre acestea, retinem unele dintre cele mai importante, legate de specificul activităţii în laborator.

a) Proiectantul trebuie să prevadă protecţia împotriva electrocutării prin atingere directă şi indirectă, adaptată fiecărui tip de echipament tehnic sau componentă de securitate.

b) Instalaţiile care se folosesc pentru încercări cu tensiune mărită de la o sursă independentă trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

– standurile de încercări trebuie să fie prevăzute cu două compartimente, separate prin îngrădiri fixe, unul pentru pupitrul de comandă şi celălalt pentru instalaţiile de înaltă tensiune;

– uşile de acces în compartimentul de înaltă tensiune ale standurilor de încercări trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de blocaj electric;

– carcasele metalice, îngrădirile metalice, fixe, de protecţie, pupitrele de comandă, cuvele transformatoarelor şi autotransformatoarelor trebuie să fie legate la pământ prin conductoare având secţiuni corespunzătoare;

– circuitul de alimentare trebuie să fie prevăzut cu două spaţii de întrerupere, din care cel puţin unul să constituie separare vizibilă, iar al doilea să poată întrerupe rapid alimentarea. Se recomandă ca alimentarea să se facă prin intermediul unei chei de contact, tip auto, în exemplar unic, care să se afle în permanenţă la şeful de lucrare;

– manetele, pârghiile şi butoanele de comandă trebuie prevăzute cu inscripţii, care să indice destinaţia şi felul comenzilor;

– compartimentul în care se află pupitrul de comandă trebuie să fie prevăzut cu covor electroizolant.

c) Conductorul de protecţie al circuitelor electrice individuale, altul decât conductorul de nul de lucru, trebuie să fie legat în firidele de branşament, la bara de legare la pământ.

d) Verificările şi încercările dinaintea predării în exploatare trebuie astfel concepute, organizate şi desfăşurate încât să se prevină accidentele prin electrocutare, incendiile şi exploziile.

e) Trebuie stabilite măsurile organizatorice împotriva electrocutării prin atingere directă, scop pentru care se elaborează instrucţiuni de lucru pentru fiecare intervenţie la instalaţiile electrice.

f) Pentru evitarea electrocutării prin atingere indirectă, să se verifice existenţa a două măsuri de protecţie, una principală şi una secundară, care să asigure protecţia în cazul anulării celei principale. În instalaţiile electrice de înaltă tensiune, legarea la pământ de protecţie este întotdeauna obligatorie.

g) Protecţiile realizate conform proiectului să fie funcţionale şi verificate preventiv, la intervale de timp stabilite prin instrucţiuni proprii.

h) Instalaţiile electrice cu o durată de funcţionare limitată, sau cele în fază de experimentare trebuie să îndeplinească aceleaşi condiţii din punctul de vedere al protecţiei împotriva accidentelor, ca şi instalaţiile definitive.

**Intrebari**

-Care sunt tipurile de electrocutari posibile ?
-Ce prezinta un real pericol, tensiunea aplicata asupra organismului, sau curentul care-l strabate ?
-Ce reprezinta o punere la pamint bifazata ?
-Ce conditii trebuie sa indeplineasca instalatiile electrice temporare ?

# CAPITOL 2

# COEFICIENTUL DE CERERE ŞI FACTORUL DE PUTERE CERUT DETERMINATE PRIN METODA ANALIZEI DIRECTE

# LUCRAREA 2

# COEFICIENTUL DE CERERE ŞI FACTORUL DE PUTERE CERUT DETERMINATE PRIN METODA ANALIZEI DIRECTE

## 1. Scopul lucrării

Determinarea coeficientuuil de cerere $k_c$ şi a factorului de putere cerut $cos\ \Phi_{c,}$ pentru un consumator de calcul, compus dintr-un număr dat de receptoare, având cunoscute caracteristicile tehnice nominale şi cele de funcţionare, precum şi diagramele de sarcină.

### Consideratii teoretice

### *A Caracteristicile nominale ale receptoarelor*

Receptoarele electrice, indiferent de tipul acestora, se caracterizează prin următorii parametrii nominali:

– puterea activă nominală $P_n$ care poate fi utilă sau electrică, absorbită;

– puterea aparentă nominală $S_n$;

– tensiunea nominală $U_n$ şi frecvenţa nominală $f_n$;

– numărul de faze $m$, iar pentru $m = 3$, conexiunea acestora;

– randamentul nominal $\eta_n$ şi dependenţa randamentului de încărcare $\eta(P/P_n)$;

– factorul de putere nominal $cos\ \Phi_n$ şi dependenţa factorului de putere de încărcare $cos\ \Phi_n(P/P_n)$; (2.1)

– *c*urentul nominal $I_n$;

– curentul relativ de pornire $\lambda = I_p/I_n$, unde $I_P$ este curentul de pornire sau de conectare;

– durata relativă de acţionare, nominală $DA_n$, având următoarele valori normalizate $DA_n \in \{0,15;\ 0,25;\ 0,4;\ 0,6;\ 1\}$. Această mărime se specifică numai în cazul receptoarelor fabricate pentru un regim de lucru intermitent.

–

***B Puterea instalată***

Pentru un receptor puterea instalata reprezintă puterea sa, activa nominală, raportată la durata de acţionare unitară, $DA_r = 1$, considerată referinţă:

$$P_i = P_n\sqrt{DA_n}\ ; \tag{2.2}$$

$$P_i = S_n \cos\varphi\sqrt{DA_n}\ . \tag{2.3}$$

Pentru un grup de *n* receptoare, puterea instalată totală este suma puterilor instalate ale receptoarelor componente:

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}\ . \tag{2.4}$$

De remarcat faptul că, în calculul puterii instalate nu se face distincţie între faptul că puterea nominală poate fi utilă (la motoare electrice) sau electrică, absorbită şi că între puterea instalată şi cea nominală există inegalitatea:

$$P_i \le P_n . \qquad (2.5)$$

### *C Puterea cerută*

Puterea cerută reprezintă o putere activă, convenţională, de valoare; constantă, care produce în elementele instalaţiei electrice (conducte şi echipamente) acelaşi efect termic ca şi puterea variabilă reală, într-un interval de timp de timp determinat (15 sau 30 min), în perioada de încărcare maximă.

Determinarea analitică a puterilor cerute se face, în raport cu complexitatea consumatorului şi stadiul proiectării, printr-una din următoarele metode :

- metoda coeficienţilor de cerere;
- metoda formulei binome;
- metoda analizei directe;
- metode bazate pe indicatori specifici şi ai curbelor de sarcină.

Metoda coeficienţilor de cerere se bazează pe caracterizarea consumului energetic al receptoarelor printr-o pereche de mărimi, coeficientul de cerere $k_c$, pentru puterea activă şi factorul de putere cerut $cos\ \Phi_c$, pentru puterea reactivă. Diferitele tipuri de receptoare, în raport cu ramurile economiei şi aplicaţiile concrete, deservite sunt încadrate în categorii de receptoare (Anexa 1), după valorile setului de mărimi ($k_c$, $cos\ \Phi_c$).

Puterea cerută se determină în funcţie de numărul $n$ de receptoare, care compun consumatorul de calcul:

- pentru $n \in \{1,2,3\}$,

$$P_c = P_i , \qquad (2.6)$$

adică puterea cerută este egală cu puterea instalată, totală, a

receptoarelor respective;

– pentru n ≥ 4, puterea activă, cerută $P_c$ se determină cu relaţia:

$$P_c = k_c P_i , \tag{2.7}$$

unde $k_c$ este coeficientul de cerere. Această mărime ţine seamă de gradul de încărcare a receptoarelor, de simultaneitatea funcţionării şi de randamentul acestora, precum şi de randamentul reţelei electrice, dintre receptor şi punctul de alimentare considerat. Pentru definirea coeficientului de cerere, se foloseşte expresia:

$$k_c = \frac{k_i k_s}{\eta \eta_r}, \tag{2.8}$$

în care $k_i$ este coeficientul de încărcare, exprimând gradul de încărcare a receptoarelor;

$k_s$ - coeficientul de simultaneitate, ţinând cont de simultaneitatea funcţionării receptoarelor;

$\eta$ - randamentul receptoarelor. Pentru receptoarele la care puterea nominală semnifică o putere utilă, valoarea acestui randament se ia corespunzător încărcării reale, iar dacă $P_n$ este putere electrică absorbită, se introduce valoarea $\eta = 1$;

$\eta_r$ - randamentul porţiunii de reţea dintre receptor şi nivelul la care calculează puterea cerută. în general, pentru randamentul reţelei se recomandă $\eta_r = 0{,}98 \ldots 1$, dar pentru reţele corect dimensionate se poate adopta $\eta_r = 0{,}995$.

Puterea reactivă cerută $Q_c$ se calculează în funcţie de factorul de putere cerut *cos* $\Phi_c$, utilizând relaţia:

$$Q_c = P_c \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi_c} - 1} = P_c tg\varphi_c . \tag{2.9}$$

Factorul de putere cerut *cos* $\Phi_c$ exprimă consumul de putere reactivă al receptoarelor care absorb puterea activă $P_c$, în condiţiile reflectate global prin coeficientul de cerere.

## *2. Metoda analizei directe*

### *2.1.Scop*

Această metodă este recomandată pentru calculul caracteristicilor de consum a energiei electrice la consumatori cu un număr redus de receptoare, ale căror diagrame de sarcină, caracteristici de funcţionare şi date nominale sunt cunoscute. Astfel de consumatori pot fi tablouri de utilaj (TU), tablouri de distribuţie (TD) cu plecări puţine sau tablouri generale (TG) cu un număr redus de plecări la subconsumatori mici sau neindustriali, cu puteri mici, când puterea instalată pentru iluminat reprezintă peste 60% din întreaga putere instalată .

### *2.2.Coeficientul de cerere*

Metoda constă în determinarea directă a coeficientului de cerere şi a factorului de putere cerut , deoarece în fiecare din situaţiile menţionate, valorile mărimilor care intervin (rel. 2.8) pot fi calculate sau apreciate cu o bună aproximaţie. în primul rând, din diagramele de funcţionare ale receptoarelor se identifică receptoarele care funcţionează simultan, în perioada de încărcare maximă; fie $n_s$ numărul acestora.

Coeficientul de încărcare $k_i$ este dat de relaţia:

$$k_i = \frac{P_r}{P_{is}}, \tag{2.10}$$

în care $P_r$ reprezintă puterea reală, totală, la care sunt încărcate receptoarele în funcţiune simultană, mărime care se calculează prin suma:

$$P_r \sum_{j=1}^{n_S} P_{rj}\,, \tag{2.11}$$

determinabilă dacă se cunosc puterile reale $P_{rj}$ ale receptoarelor individuale, din diagramele de funcţionare ale acestora;

$P_{is}$ - puterea instalată totală, a receptoarelor în funcţiune simultană (rel.2.4).

Coeficientul de simultaneitate este determinat de raportul:

$$k_S = \frac{P_{iS}}{P_i}\,, \tag{2.12}$$

dintre $P_{is}$ şi puterea instalată totală $P_i$.

Inlocuind mărimile din relaţiile (2.10) şi (2.12) în relaţia de definiţie a coeficientului de cerere (rel. 2.8), se obţine expresia:

$$k_c = \frac{P_r}{P_i} \cdot \frac{1}{\eta \eta_r}\,, \tag{2.13}$$

care pune în evidenţă faptul că numai puterea de încărcare reală $P_r$ şi randamentul mediu al receptoarelor trebuie determinate din diagramele de funcţionare, pentru calculul coeficientului de cerere.

Randamentul mediu al receptoarelor se determină ca medie ponderată a randamentelor reale ale receptoarelor, deci pentru funcţionarea la puterile reale de încărcare, dacă în diagramele de funcţionare sunt indicate valorile puterilor utile:

$$\eta = \frac{\sum_{j=1}^{n_S} P_{rj}}{\sum_{j=1}^{n_S} \frac{P_{rj}}{\eta_j}} = \frac{P_r}{\sum_{j=1}^{n_S} \frac{P_{rj}}{\eta_j}}\,. \tag{2.14}$$

Dacă puterea $P_r$ are semnificaţia unei puteri electrice absorbite, în relaţia (2.13) se consideră $\eta = 1$.

### *2.3.Factorul de putere cerut*

La calculul puterii reactive cerute $Q_c$, este necesară determinarea factorului de putere mediu al receptoarelor, fiind recomandată relaţia:

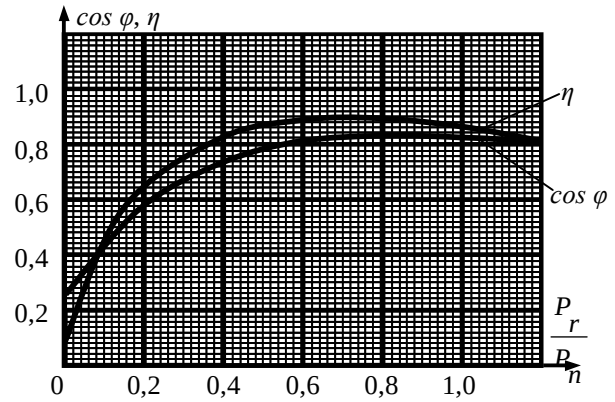
$$\cos\varphi_c = \frac{\sum_{j=1}^{n_s} \frac{P_{rj}}{\eta_j}}{\sqrt{\left(\sum_{j=1}^{n_s} \frac{P_{rj}}{\eta_j}\right)^2 + \left(\sum_{j=1}^{n_s} \frac{P_{rj}}{\eta_j} tg\varphi_j\right)^2}}, \qquad (2.15)$$

dacă $P_{rj}$ au semnificaţiile unor puteri utile şi relaţia:

$$\cos\varphi_m = \frac{P_r}{\sqrt{P_r^2 + \left(\sum_{j=1}^{n_s} P_{rj} tg\varphi_j\right)^2}}, \qquad (2.16)$$

dacă $P_{rj}$ reprezintă puteri electrice absorbite. Factorul de putere mediu are semnificaţia de factor de putere cerut $cos\ \Phi_c$.

De remarcat că, utilizarea relaţiilor (2.13) ÷ (2.16) necesită cunoaşterea dependenţelor de încărcare a randamentului şi a factorului de putere. De exemplu, pentru seria normalizată de motoare asincrone, cu rotorul în scurtcircuit, aceste dependenţe sunt cunoscute , fiind prezentate în figura de mai jos :




Motoare asincrone, cu rotorul în scurtcircuit - caracteristicile energetice de functionare

La utilizarea datelor de pe acest grafic, se impune observaţia că, pentru o anumită putere nominală $P_{nj}$ din seria normalizată, cu datele de catalog $\eta_{nj}$ şi $cos\ \Phi_{nj}$, se consideră valabile dependenţele evidenţiate de grafic, dar se impun corecţii valorice prin factorii $\eta_{nj}$/0,85 şi $cos\ \Phi_{nj}$/0,83, astfel încât la sarcina nominală, fiecărei puteri $P_{nj}$ să-i corespundă randamentul şi factorul de putere nominali, respectivi.

## *3. Desfasurarea lucrării*

### *3.1. Consumatorul de calcul*

Configuraţia consumatorului de calcul reprezintă punctul de plecare în aplicarea metodei analizei directe. Pentru concretizare, se consideră consumatorul de calcul, având schema de distribuţie reprezentată în figura 2.1.

Se constată că acesta cuprinde trei motoare asincrone, cu rotorul în scurtcircuit, Ml, M2 şi M3, ale căror puteri şi durate de acţionare nominale şi turaţii de sincronism urmează să fie indicate de către coordonatorul lucrării.

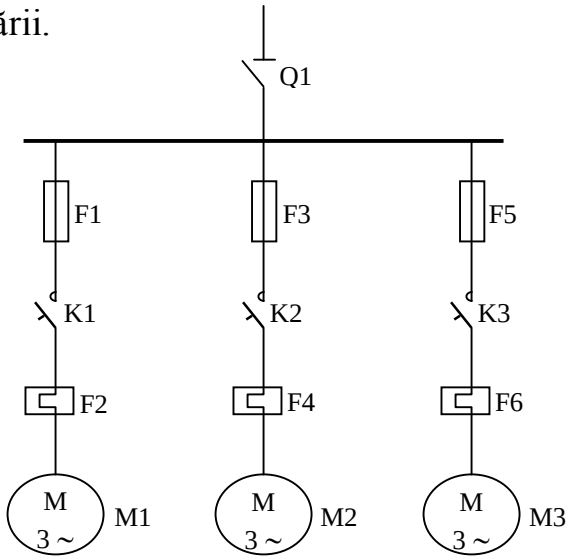



Fig. 2.1. Schema de distribuţie a utilajului considerat.

Celelalte caracteristici tehnice ale receptoarelor stabilite, se extrag din catalog, calculându-se totodată $I_n$ şi $I_p$.

Se calculează puterile instalate ale receptoarelor şi $P_{it}$ (rel. 2.2…2.4).

### *3.2. Diagramele de sarcină*

Este redata funcţionarea în timp a utilajului sau a ansamblului receptoarelor, conectate la TU sau TD, conform schemei de distribuţie (figura 2.1), prin diagramele de funcţionare-încărcare, cum sunt cele redate în figura 2.2, pentru sarcinile active, utile.

După indicarea valorilor concrete ale gradelor de încărcare ($P_r/P_n$), pentru $j$ = 1…n, se determină puterile reale $P_{rj}$, din regimul de funcţionare simultană, pentru fiecare receptor, cu relaţia:

$$P_{rj} = P_{nj}\left(\frac{P_r}{P_n}\right)_j , \qquad (2.17)$$

după care se calculează puterea $P_r$ (rel. 2.9), considerată ca putere utilă (mecanică, la arbore).

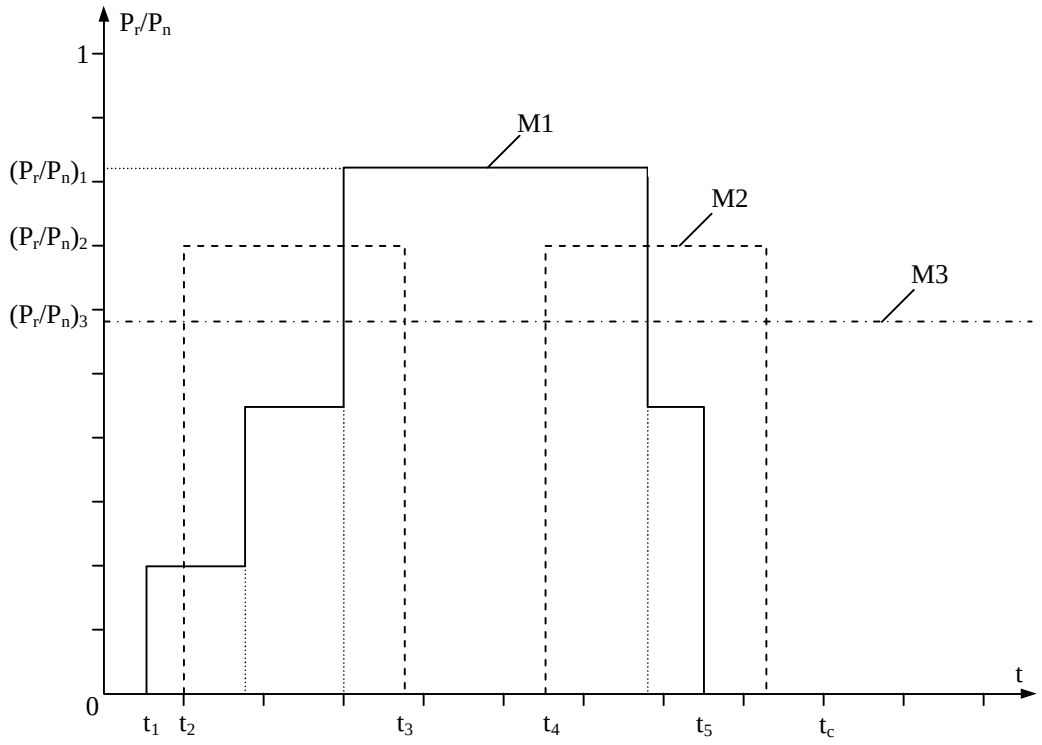



Fig. 2.2. Diagramele de sarcină, activă, utilă, ale receptoarelor din compunerea consumatorului de calcul.

### *3.3. Puterea cerută*

Randamentul nominal al seriei de motoare, $\eta_{ns}$ = 0,85, rezultă din caracteristicile energetice, de funcţionare ale acestora (figura 2.1). Randamentul real $\eta_j$ al unui receptor (motor) cu randamentul nominal $\eta_{nj}$, lucrând la încărcarea reală $P_{rj}$, este dat de relaţia:

$$\eta_j = \eta_{sj} \frac{\eta_{nj}}{\eta_{ns}}, \qquad (2.18)$$

în care $\eta_{sj}$ reprezintă randamentul seriei de motoare la sarcina reală,

relativă $P_{rj}/P_{nj}$ a receptorului *j*. Randamentele reale ale receptoarelor din compunerea consumatorului fiind determinate, se calculează randamentul mediu $\eta$ al receptoarelor cu relaţia (2.13).

Adoptând o valoare pentru randamentul reţelei, se determină în continuare coeficientul de cerere $k_c$ (rel. 2.12) şi puterea activă cerută $P_c$ (rel. 2.7).

*3.4. Puterea reactivă cerută*

Printr-un raţionament similar cu cel utilizat la determinarea randamentelor reale ale receptoarelor, se stabileşte relaţia de calcul a factorilor de putere pentru fiecare receptor, la puterea de încărcare reală, sub forma:

$$\cos\varphi_j = \frac{\cos\varphi_{sj}}{\cos\varphi_{ns}}\cos\varphi_{nj}, \qquad (2.19)$$

în care $\cos \Phi_{ns} = 0{,}83$ reprezintă factorul de putere nominal al seriei de motoare (figura 2.1);

$\cos \Phi_{nj}$ - factorul de putere nominal, al receptorului *j;*

$\cos \Phi_{sj}$ - factorul de putere al seriei de motoare la sarcina reală, relativă $P_{rj}/P_{nj}$, a receptorului *j*.

Deoarece diagramele de sarcină redau variaţii ale puterilor utile, pentru calculul factorului de putere mediu se utilizează relaţia (2.15). În continuare, considerând că factorul de putere mediu este chiar factorul de putere cerut, $\cos \Phi_m = \cos \Phi_c$, se calculează puterea reactivă cerută (rel. 2.9).

*3.5. Categoria receptoarelor*

Metoda analizei directe reprezintă o metodă de actualizare şi de îmbogăţire în date a metodei coeficienţilor de cerere. Perechea de

valori , determinată prin aplicarea metodei analizei directe, se compară cu valorile caracteristice ale diferitelor categorii de receptoare (Anexa 1), urmărindu-se încadrarea consumatorului de calcul analizat în categoriile deja definite.

**Intrebari**

-Care sunt diferentele intre metoda analizei directe si metoda coeficientilor de cerere ?
-Ce reprezinta puterea instalata si puterea ceruta pentru un receptor ?
-Ce redau diagramele de functionare-incarcare ?

# CAPITOL 3

# COMPENSAREA FACTORULUI DE PUTERE CU BATERIA DE CONDENSATOARE CENTRALIZATA

# LUCRAREA 3

# COMPENSAREA FACTORULUI DE PUTERE CU BATERIA DE CONDENSATOARE CENTRALIZATA

## 1. Scopul lucrării

La consumatorii industriali, unde alimentarea se face prin posturi de transformare, bateriile de condensatoare se prevăd de preferinţă centralizat, la tablourile de distribuţie generale sau la tablourile care deservesc grupe importante de receptoare inductive.

In lucrarea de fata se trateaza problemele practice ale dimensionării bateriilor de condensatoare centralizate .

## 2. Consideratii teuretice

### *2.1. Dimensionarea bateriei de condensatoare*

În functie de puterea reactivă care trebuie compensată , bateria de condensatoare se împarte în 2÷4 trepte, care se comandă separat, manual sau de preferinţă-automat. Prevederea unei trepte fixe, cu o capacitate corelată cu minimul puterii reactive, din curba de sarcină reactivă, reprezintă o soluţie tehnică încetăţenită, care simplifică problemele reglajului.

Instalarea unei baterii de condensatoare centralizate în situaţia

compensării factorului de putere pe bare de joasă tensiune a postului de transformare, este prezentat în figura 3.1. Bateria de condensatoare este fracţionată în următoarele trepte de putere reactivă:

– $Q_{co}$ este puterea reactivă corespunzătoare treptei fixe C0, care compensează puterea reactivă la mersul în gol a transformatorului sau puterea reactivă minimă din curba de sarcină reactivă. Această fracţiune a bateriei este conectată permanent la barele de joasă tensiune ale Tabloului General şi nu se include în partea de automatizare a bateriei;

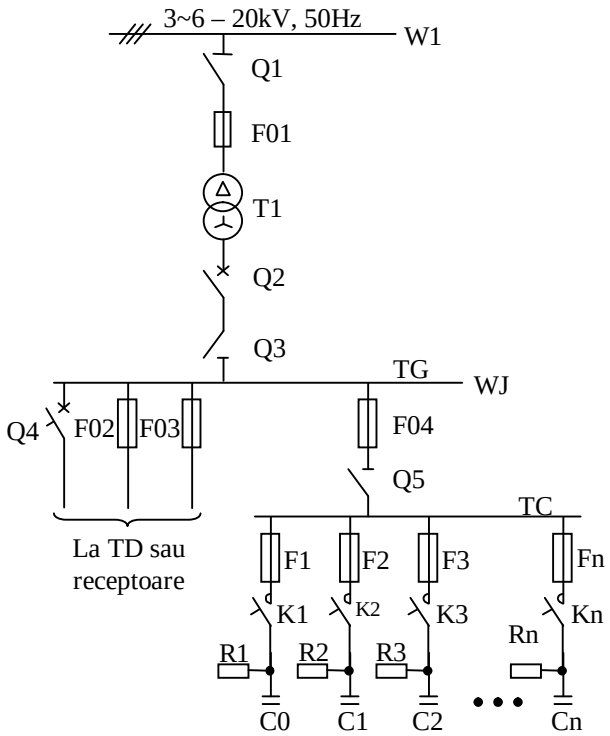



Figura 3.1. Schema monofilară
Baterii de condensatoare centralizate, dintr-un PT.

– $Q_{c1}$, $Q_{c2}$, …, $Q_{cn}$ – puterile reactive ale treptelor comutabile, cu reperele de identificare C1, C2, ÷ Cn (n = 3…5).

Necesitatea ca puterea reactivă $Q_c$, produsă de bateria de condensatoare, să urmărească cât mai fidel curba puterii reactive, absorbite de consumator, ne obliga la divizarea bateriilor de condensatoare în trepte şi automatizarea instalaţiei de compensare, fără a se depăşi factorul de putere maxim, convenit cu furnizorul fara a se ajunge la o funcţionare capacitivă a consumatorului în ansamblu.

Compensarea factorului de putere este o problemă cu caracter tehnico-economic, care trebuie să fie rezolvată în condiţiile unei foarte mari diversităţi, sub aspect valoric şi dinamic, a consumului de energie reactivă.

În continuare, se evidenţiază criteriile care pot sta la baza dimensionării judicioase a bateriilor de condensatoare centralizate, în acest scop întocmindu-se schema logică din figura 3.2.

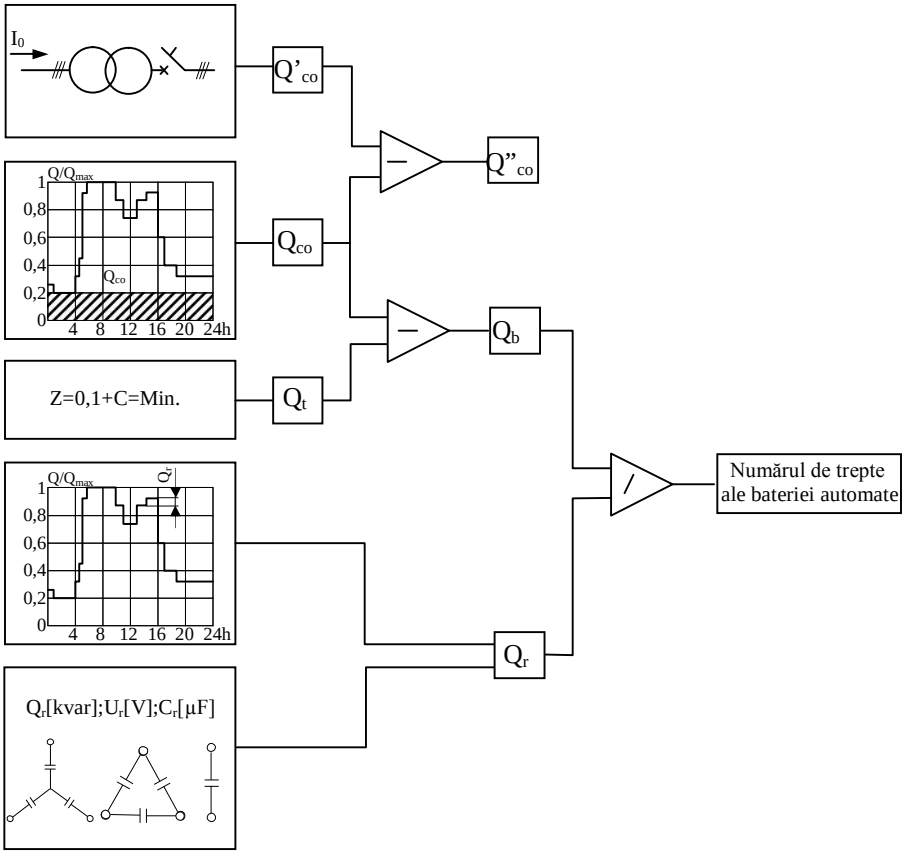



Figura 3.2. Schema logică

Dimensionarea bateriei de condensatoare, centralizate.

*1.* Puterea totală $Q_t$ a bateriei de condensatoare, optimă din punct de vedere economic, se determină pe baza calculelor care au în vedere eficienţa economică a compensării consumului de putere reactivă [5].

*2.* Puterea $Q_{co}$ a treptei fixe a bateriei corespunde palierului inferior din curba de sarcină reactivă zilnică.

Fracţiunea reglabilă $Q_b$ a bateriei de condensatoare are valoarea:

$$Q_b = Q_t - Q_{co}. \tag{3.1}$$

Numărul şi valoarea treptelor cuprinse în bateria reglabilă $Q_b$, se determină ţinând seama de satisfacerea optimă a compensării puterii reactive, în funcţie de variaţia consumului acesteia în cursul zilei. În privinţa numărului de trepte comutabile, majoritatea firmelor specializate s-au stabilit la un număr de 3÷5 trepte. Capacităţile treptelor şi deci puterile lor reactive pot fi identice sau diferite, în ultimul caz practicându-se proporţionalităţi cu ponderi (ex. 1, 2, 4) care să permită un număr cât mai mare de combinaţii (ex. 1, 2, 1+2, 4, 4+1, ş.a.m.d.).

În cazul treptelor de reglare de valoare egală, puterea unei trepte $Q_{ci}$ rezultă din variaţia minimă de putere reactivă, care prezintă o frecvenţă ridicată şi corespunde unui multiplu întreg al puterilor reactive (nominale sau reale), ale condensatoarelor de forţă preconizate.

Numărul de trepte de reglare $n$ se obţine prin raportarea puterii totale a bateriei la puterea treptei de reglare:

$$n = \frac{Q_b}{Q_{ci}}. \tag{3.2}$$

Dat fiind faptul că puterea $Q_b$ a bateriei reglabile (automatizate) este o mărime rezultată din calcul, trebuie remarcat faptul că numărul şi puterea treptelor acesteia sunt marimi interdependente.

### *2.2. Dispozitivul de descărcare*

Este necesar ca fiecare treaptă a unei baterii de condensatoare sa fie înzestrată cu un dispozitiv de descărcare, automat sau manual. În acest sens, prevederea generală a normativului I.7-2002 este ca

alegerea dispozitivelor de descărcare ale bateriilor funcţionând la tensiuni până la 1000 V să fie astfel făcută, încât :

-tensiunea la bornele condensatoarelor să scadă sub 42 V, în timp de 1 minut după deconectarea bateriei.

În cazul conectării automate şi temporizate la reţea a treptelor bateriei, condiţia care se impune la dimensionarea rezistenţei de descărcare este ca timpul de descărcare $t_d$ să asigure, până la conectarea următoare, reducerea tensiunii la bornele bateriei până la valoarea de $0{,}1U_n$. Această prevedere poate fi utilizată şi în cazul bateriilor conectate la medie tensiune.

Circuitul de descărcare a unui condensator de capacitate $C$ se caracterizează numai prin rezistenţa sa $R$, inductanţa unui astfel de circuit de descărcare putând fi practic neglijată. În acest caz, tensiunea $U_c$ de la bornele bateriei deconectate descreşte după funcţia exponenţială:

$$U_c = U_o e^{-t/T}, \tag{3.3}$$

în care $U_o$ este tensiunea la bornele condensatorului, în momentul deconectării lui de la reţea;

$T$ - constanta de timp a descărcării, dependentă de valorile şi conexiunile rezistenţelor şi ale condensatoarelor. Dacă se consideră constanta de timp fictivă $T_f$ a descărcării unui circuit de capacitate $C$ şi rezistenţă $R$, independentă de conexiunea lor, ca fiind dată de relaţia:

$$T_f = RC, \tag{3.4}$$

atunci, în funcţie de conexiunea adoptată, constanta de timp reală $T$ este

$$T = \chi T_f, \tag{3.5}$$

în care $\chi$ este un factor cu valori în mulţimea {l/3,1, 3}, ţinând seama

de conexiunea concretă condensatoare - rezistenţe (conform celor indicate în partea explicativă a figurii 4.3).

Din relaţiile (4.3), (4.4) şi (4.5) se deduce relaţia pentru calculul rezistenţei de descărcare a unei baterii de condensatoare

$$R = \frac{t_d}{C \ln \frac{U_o}{U_{adm}}}. \qquad (3.6)$$

Pentru tensiunea remanentă, iniţială $U_o$ se consideră valoarea corespunzătoare situaţiei celei mai defavorabile

$$U_o = U_{cm} = U_{fc}\sqrt{2}, \qquad (3.7)$$

$U_{fc}$ reprezentând valoarea eficace a tensiunii aplicate (reale) unei faze a bateriei de condensatoare.

Pe baza relaţiei (4.6) s-a construit nomograma prezentată în figura 3.3. Aceasta permite determinarea valorii maxime a rezistenţei de descărcare $R$ pentru o baterie de capacitate $C$ dată, astfel încât după trecerea timpului de descărcare $t_d$ considerat, tensiunea la bornele bateriei să aibă o valoare inferioară tensiunii maxime admise $U_{adm}$, nomograma se parcurge în sens trigonometric, conform indicaţiei de pe figură. Constanta de timp fictivă $T_f$, definită prin relaţia (4.4) este o mărime intermediară de calcul, care poate fi citită pe nomograma.

Dacă se cunosc rezistenţa de descărcare $R$, capacitatea bateriei $C$, conexiunile acestora şi tensiunea admisibilă $U_{adm}$, atunci de pe nomograma se va putea citi timpul de descărcare $t_d$ corespunzător. în practică sunt posibile şi alte situaţii de calcul, urmând ca în fiecare caz concret să se stabilească şi modul de parcurgere al nomogramei.

Schema electrică a circuitului fiecărei trepte se realizează astfel încât, în momentul deconectării treptei $j$, contactele NI ale

contactorului corespunzător $K_j$ asigură descărcarea bateriei $C$ pe rezistenţele de descărcare $R$.

### *2.3. Protectia - alegere şi dimensionare*

Este cunoscut faptul ca circuitele de racordare ale treptelor bateriilor de condensatoare se protejează la scurtcircuit, iar condensatoarele trebuie protejate la suprasarcină. Comutaţia circuitelor se asigură prin contactoare. Tabloul bateriei de condensatoare (TC în figura 3.1), care reuneşte toate treptele, fie acestea fixe sau reglabile, se leagă la barele de JT printr-o coloană electrică, echipată la capătul amonte printr-un aparat de protecţie împotriva curenţilor de scurtcircuit, iar la capătul aval - cu un separator.

În cele ce urmează se prezintă ansamblul relaţiilor de calcul, pentru corecta dimensionare a instalaţiei electrice, a bateriilor de condensatoare.

#### *2.3.1. Protecţia la suprasarcină*

Datorită variaţiilor de tensiune şi a îmbătrânirii dielectricului acestora, condensatoarele pot intra în regim de suprasarcină, regim care fie le produce scoaterea din uz prin supraîncălzire şi gonflare sau chiar străpungere, fie le accelerează fenomenul de îmbătrânire. Protecţia condensatoarelor împotriva suprasarcinilor se realizează prin relele sau declanşatoare termice, care se reglează la curentul de reglaj $I_{rt}$, dat de relaţia:

$$I_{rt} = 1{,}2I_{cnom}, \tag{3.8}$$

în care $I_{cnom}$ este curentul nominal al treptei bateriei de condensatoare, calculabil cu relaţia:

$$I_{cnom} = \frac{Q_{cnom}}{\sqrt{3}U_{\ln}}. \tag{3.9}$$

*2.3.2. Protecţia la scurtcircuit*

*a)* Siguranţele fuzibile de tipul cu rupere lentă (preferabile, dar mai puţin disponibile) se aleg astfel:

– în cazul conectării directe, fără trepte intermediare a bateriei de condensatoare, curentul nominal al fuzibilului $I_{nf}$ trebuie să fie de 1,8 ori curentul nominal al bateriei

–

$$I_{nf} = 1{,}8 I_{cnom}; \tag{3.10}$$

acesta este cazul fiecăreia dintre treptele bateriei de condensatoare (protecţia la scurtcircuit a circuitelor electrice ale treptelor fixe sau reglabile ale bateriei);

– în cazul conectării în trepte intermediare, curentul nominal al siguranţelor trebuie să fie de cel puţin 1,6 ori curentul nominal al întregii baterii

$$I_{nf} = 1{,}6 I_{cnom}, \tag{3.11}$$

ceea ce este cazul coloanei de alimentare a Tabloului Compensare TC.

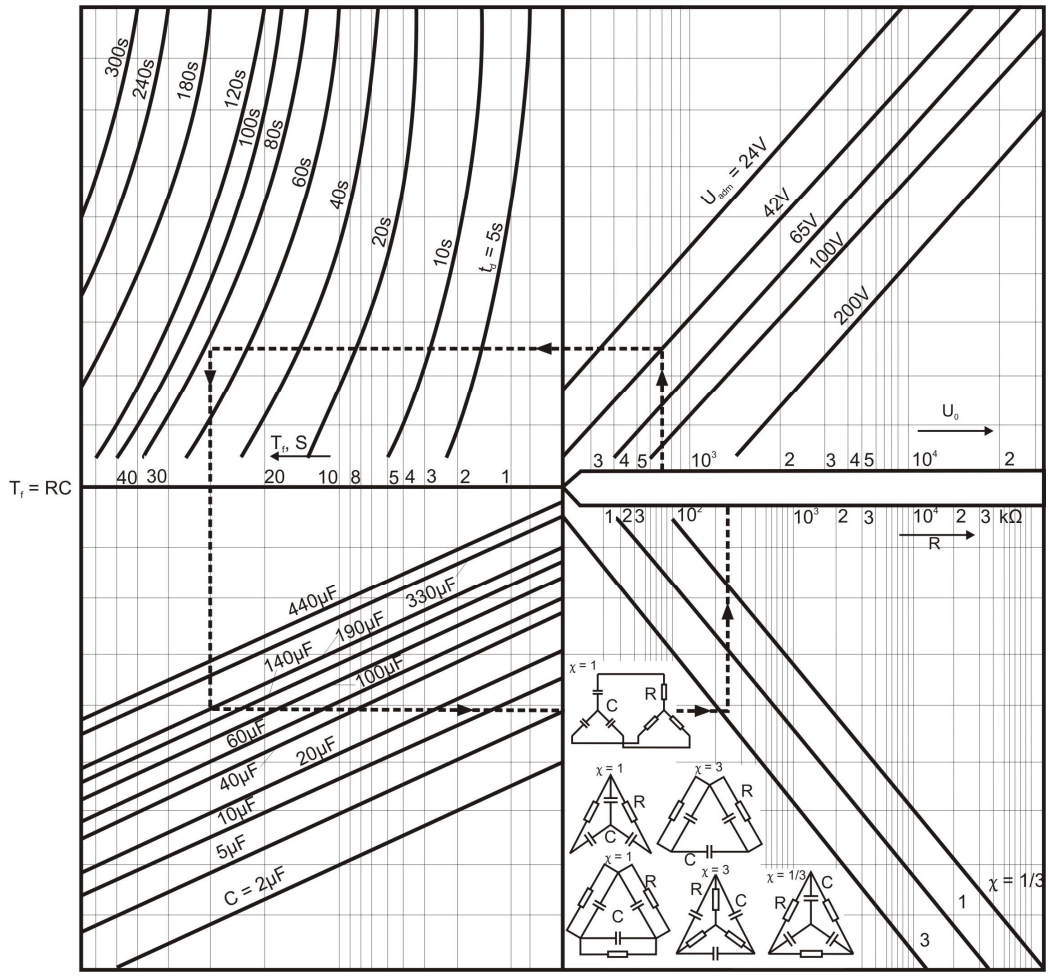



Figura 3.3. Nomogramă de calcul

Circuitele de descărcare pentru bateriile de condensatoare.

*b)* În situatia utilizării siguranţelor fuzibile rapide**,** trebuie luată în considerare şi valoarea mare a amplitudinii curentului total de conectare $i_{max}$. Din experienţa exploatării bateriilor de condensatoare a rezultat că raportul dintre amplitudinea curentului de conectare şi curentul nominal al condensatoarelor poate fi:

$$\frac{i_{\max}}{I_{cnom}} = 3\ldots10, \tag{3.12}$$

pentru tensiuni ale reţelelor de 220 … 500 V.

Neglijând amortizarea, amplitudinea curentului de conectare $i_{max}$ se determină cu relaţia:

$$i_{\max} = \sqrt{2I_{cnom}}\left(1+\sqrt{\frac{S_{sc}}{Q_{cn}}}\right), \tag{3.13}$$

unde $S_{sc}$ este puterea simetrică de scurtcircuit în locul unde este instalată bateria;

$Q_c$ - puterea nominală a bateriei de condensatoare.

Dacă $S_{sc}$ nu este cunoscută, pentru $i_{max}$ se poate utiliza relaţia:

$$i_{\max} = \sqrt{2I_{cnom}}\left(1+\sqrt{\frac{S_{nT}100}{Q_{cn}x\%}}\right), \tag{3.14}$$

în care $S_{nT}$ este puterea nominală a transformatorului;

*x %* - reactanţa de dispersie a transformatorului (în procente). Relaţiile (4.13) şi (4.14) sunt valabile pentru cazul conectării primei trepte a bateriei. Pentru alte cazuri, se va consulta [10]. Siguranţa fuzibilă rapidă se va dimensiona cu relaţia:

$$I_{nf} \geq \frac{i_{\max}}{2{,}5}. \tag{3.15}$$

Este posibil ca ultimele trepte să necesite siguranţe fuzibile cu nişte curenţi nominali $I_{nf}$ mai mari decât la treptele anterioare.

*c)* Întreruptoarele şi contactoarele automate se aleg pentru curentul nominal

$$I_n = 1{,}4I_{cnom}. \tag{3.16}$$

Releele sau declanşatoarele electromagnetice ale întreruptoarelor automate se reglează la:

$$I_{re} = (4\ldots8)I_{cnom}. \tag{3.17}$$

## 3. Desfasurarea lucrării

### *A Echipamentul electric*

Se studiază echipamentul de compensare - filtrare, tip BCA 35 kvar (Siemens), avind in componenta sa o baterie de condensatoare automatizată, cu trei trepte, în dulapul căreia s-a montat şi o bobină de filtrare a unor posibile armonici. Astfel, echipamentul se poate încadra în categoria aparatelor destinate menţinerii calităţii energiei electrice. Aspectul general al echipamentului şi compunerea acestuia sunt evidenţiate în figura 3.4.

Figura 3.4. Echipamentul de - compensare - filtrare

Compensarea automată a puterii reactive cuprinde trei trepte reglabile, cu următoarele caracteristici tehnice:

- treaptă I cu puterea reactivă nominală de 5 kvar, compusă din condensatoare VARPLUS M1, 400 V, 50 Hz;
- treapta II, cu puterea nominală de 1,0 kvar, compusă, de asemenea, din condensatoare VARPLUS M1, 400 V, 50 Hz, dar de putere reactivă nominală de 10 kvar;
- treapta III, cu puterea nominală de 20 kvar, compusă din două condensatoare VARPLUS M1, 400 V, 50 Hz, cu puterea reactivă nominală de 10 kvar.

Pentru comutaţia treptelor bateriei de condensatoare se folosesc contactoare de tip CONT 12,5 kvar pentru primele două trepte şi de tip CONT 20 kvar pentru cea de a treia treaptă. Comanda treptelor este asigurată de un regulator programabil, tip DCRE5 230/400V. Acesta primeşte potenţialele fazelor la intrările U1, U2 şi 0 (L1, L2, L3, în această ordine), potenţialul nulului la intrarea 0V, iar curentul de pe linia a treia (L3) - la intrările S1 şi S2, fiind astfel capabil să evalueze puterea reactivă în deficit, pe reţeaua la care este conectat echipamentul în ansamblu. Regulatorul programabil comandă direct bobinele contactoarelor K1, K2, K3 prin terminalele 1, 2, 3, respectiv, fiind montat pe panoul frontal (uşa) al dulapului.

Echipamentul electric descris mai sus mai cuprinde o bobină de filtrare antiarmonici şi ventilatorul de răcire al dulapului.

### *B Dimensionarea protecţiei*

Pornind de la datele nominale ale condensatoarelor din compunerea treptelor bateriei, se procedează la dimensionarea

protecţiilor pentru circuitele treptelor şi pentru bateria în ansamblu, alegând aparate de tipul celor indicate de coordonator.

Aparatura de protecţie şi comutaţie determinata se compară cu aparatura prevăzută în schema electrică a dulapului şi se face o apreciere critică asupra echipării acestuia.

### *C Funcţionarea echipamentului*

Se conecteaza echipamentul de compensare - filtrare la reţea şi constanta reductorului de curent. Se montează un cosfimetru sau un aparat capabil să indice consumul de putere reactivă în amonte de punctul de conectare a echipamentului de compensare-filtrare.

Se cupleaza echipamentul la reţea, se urmăresc funcţionarea acestuia şi indicaţiile aparaturii de măsură, întocmindu-se o diagramă de timp.

### Intrebari

- Ce rol are bateria de condensatoare intr-un tablou de distributie generala ?
- De ce sunt necesare mai multe trepte ale bateriei ?
- In ce consta automatizarea procesului de compensare ?

# CAPITOL 4

# CARACTERISTICILE INSTALATIILOR ELECTRICE DE INCALZIRE CU MICROUNDE

# LUCRAREA 4

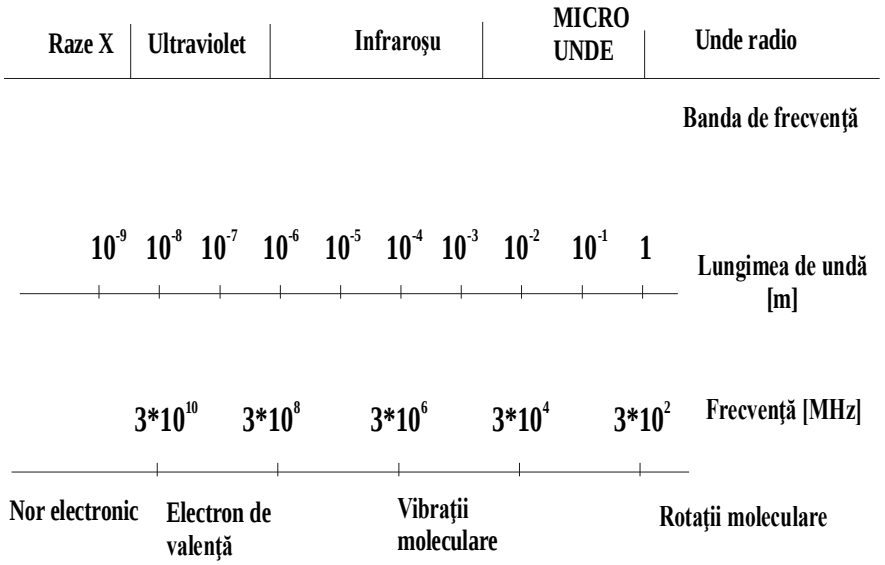
# CARACTERISTICILE INSTALATIILOR ELECTRICE DE INCALZIRE CU MICROUNDE

## 3.1. Scopul lucrării

- Descrierea echipamentelor folosite în încălzirile cu microunde şi a metodelor de măsurare.

## 3.2.. Introducere

În cadrul spectrului electromagnetic, microundele ocupă banda 300MHz-300GHz, aşa cum se poate vedea în tabelul de mai jos, evidenţiindu-se efectul fiecărei benzi de frecvenţă, asupra atomilor sau moleculelor.




Benzile de

frecvenţă ridicată, afectează în mod direct structurile moleculare şi straturile electronice, dar nu pot provoca rotaţii moleculare. În cazul în care undele de hiperfrecvenţă sau microundele sunt vectori de energie, atunci vor putea servi în aplicaţii energetice, cum ar fi încălziri, arderi, decongelări, uscări. Dacă însă microundele sunt purtătoare de informaţii, atunci vor putea fi utilizate în telecomunicaţii.

Pentru evitarea interferenţelor cu sistemele de telecomunicaţii s-au atribuit aplicaţiilor ştiinţifice şi industriale, benzile de frecvenţă 2450 MHz şi 915 MHz.

Apariţia primelor echipamente pentru microunde se situează în anul 1945, care a marcat conceperea primului cuptor cu microunde, de către Spencer, urmat apoi între anii 1946-1948 de primele aplicatoare cu ghid, cuptoare prototip pentru decongelare şi procesarea alimentelor, precum şi primele cavităţi multimod.

Punerea la punct în anul 1949 a magnetronului cu emisie continuă, la firma americană Raytheon, precum şi realizările în ceea ce priveşte puterea, ajungându-se în 1963 la AEI din Anglia, la o instalaţie de 25 kW, au permis pătrunderea pe piaţă a cuptoarelor cu microunde, casnice şi industriale.

Primele realizări la nivel industrial s-au orientat în Europa, asupra uscării chips-urilor şi pasteurizării, iar în Japonia, asupra procesării produselor pe bază de orez.

În prezent microundele au devenit din punct de vedere al studiilor teoretice un domeniu distinct, grupând în jurul său specialişti din electronică şi electrotehnică, matematici aplicate, informatică, chimie şi medicină.

Aplicaţiile industriale ale microundelor sunt foarte vaste, începând de la industria alimentară, a lemnului, materialelor plastice, cauciucului, industria chimică, medicină, executându-se operaţii de uscare, ardere, polimerizare, încălzire locală.

Cu toate acestea, rămân în continuare numeroase domenii insuficient exploatate, care ar putea aduce satisfacţii, atât din punct de vedere economic cât şi al cercetării ştiinţifice.

Încălzirea în câmp de microunde se bazează pe principiul interacţiunii dintre câmpul electromagnetic şi materialele dielectrice.

Specificitatea procedeului, constă în faptul că, încălzirea are loc direct în material, în profunzime, fără transfer de căldură prin conducţie.

Puterea absorbită se concentrează în zonele în care materialul are pierderi dielectrice, încălzirea fiind instantanee şi selectivă. Mediul din jurul materialului nu se încălzeşte, iar randamentul energetic al procesului este foarte bun.

Din punct de vedere industrial, instalaţiile cu microunde se pot integra cu uşurinţă în procesul tehnologic clasic.

Referitor la inconvenientele microundelor trebuiesc amintite costurile de investiţie ( între 1000-4000$ pe kW instalat) precum şi costurile de întreţinere, destul de ridicate.

De asemenea, în cazul utilizării neglijente şi a expunerii prelungite, microundele pot avea efecte nefaste asupra sănătăţii, provocând leziuni oculare iar efectele termice pot duce la distrugeri în sistemul neurovegetativ.

Din acest motiv în domeniul utilizării microundelor există norme de utilizare şi securitate foarte stricte, cum ar fi standardele europene: [CEI 348 (HD 401; NF C 42-020; DIN IEC 348)], [CEI 485 (NF C 42-630; DIN 43751)], [CEI 529 (HD 365 S 3; NF C 20-010)], [CEI 359 (NF C 42-600; DIN 43745)].

În cadrul lucrărilor de laborator, se vor utiliza două procedee :

- uscarea, extragerea apei;
- arderea, aplicarea unor temperaturi înalte, însoţite de transformări de structură;

### 3.3. Echipamente

**A**. Stand pentru uscarea materialelor în câmp de microunde.

Conform schemei din figura 4.1, standul de uscare este compus din următoarele:

1- cuptor cu microunde
2 magnetron
3 cavitate rezonantă
4 platou rotitor

5 ventilator – amestecător de moduri
6 fantă cu înclinare reglabilă
7 circulator

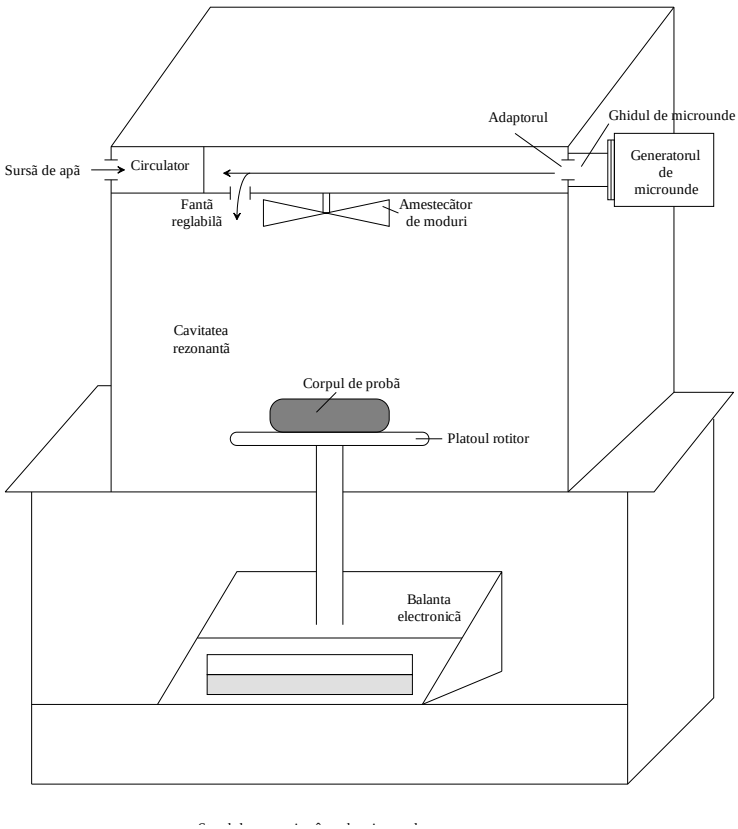



Fig. 4.1. Stand pentru uscarea materialelor în câmp de microunde

Cuptorul de microunde, de uz casnic, a fost transformat pentru a permite reglajul puterii debitate de magnetron în mod continuu, putându-se interveni asupra alimentării magnetronului cât şi asupra

transferului de energie dintre ghid şi cavitate cu ajutorul fantei orientabile.

Platoul rotitor este poziţionat pe o balanţă electronică, care poate măsura cu o precizie de 0,01g. Totodată incinta beneficiază, opţional, de un aport de aer cald, cu temperatura şi debitul reglabile, cu ajutorul unei suflante cu rezistenţă electrică.

Balanţa electronică poate fi cuplată la un calculator, astfel încât cu frecvenţa aleasă, datele privind măsurarea masei corpurilor supuse uscării vor fi transferate şi prelucrate sistematic.

**B.** Stand pentru obţinerea temperaturilor înalte în câmp de microunde.

Cu ajutorul echipamentelor prezentate în figura 4.2, se pot obţine temperaturi de peste 1500 ºC într-un timp relativ scurt. Părţile componente ale echipamentelor sunt următoarele:

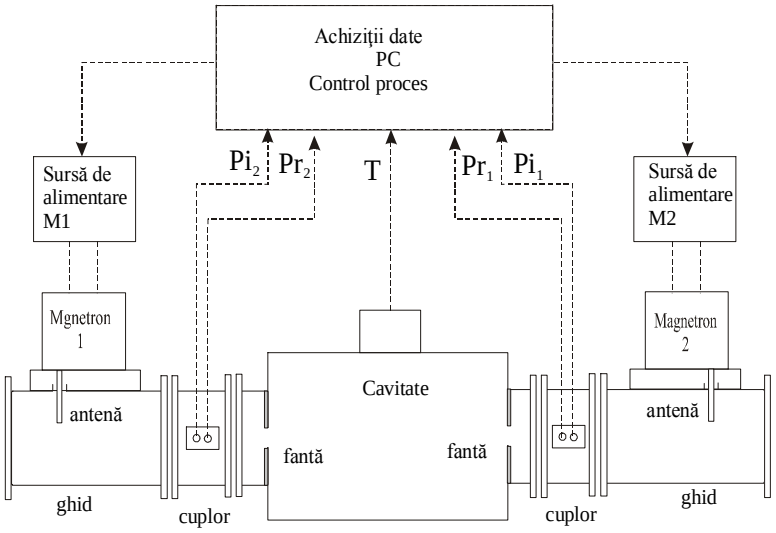



Fig. 4.2. Stand experimental pentru încălzirea în câmp de microunde a materialelor

Standul are în componenţa sa următoarele:

- cavitatea rezonantă –dimensiuni: 48x48x50 [cm]
- 2 generatoare de microunde
- pirometru optic – pentru măsurarea temperaturii
- sistem de cuplare şi adaptare cu fantă
- aparatură de măsură şi control
- achiziţii de date, interfeţe pentru calculator PC

În ceea ce priveşte generatoarele de microunde, acestea sunt produse în Universitatea Oradea, având în componenţa lor un magnetron Toshiba de 1kW la 2,45 GHz şi o sursă de alimentare reglabilă, având următoarea schemă, prezentata in figura 4.3 :

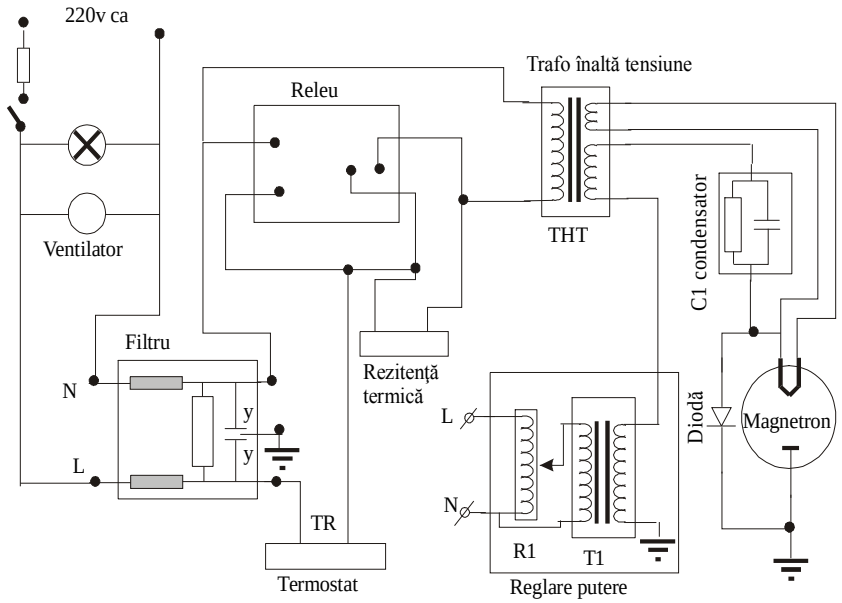



Fig.4.3. Schema de alimentare pentru magnetronul Toshiba de 1kW

### 3.4. Desfăşurarea lucrării

**- Stand pentru obţinerea temperaturilor înalte în câmp de microunde**.

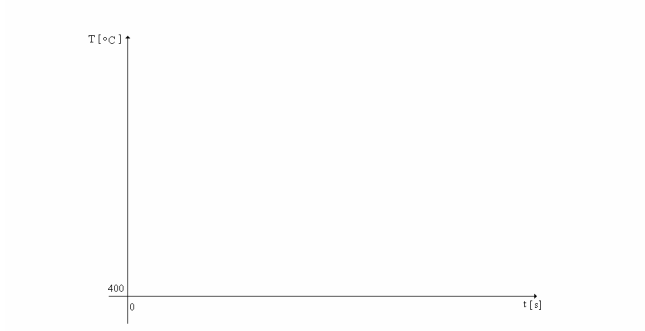
3.4.1 Se conectează la sursa de alimentare, cuptorul de microunde şi calculatorul. Se rulează pe calculator programul pentru ridicarea curbei de temperatură a probelor introduse în cuptor.

3.4.2 Se conectează comutatorul C1 pe poziţia 1,pentru alimentarea magnetronului 1 şi comutatorul C2 pe poziţia 1, pentru alimentarea magnetronului 2

3.4.3 Se urmăresc indicaţiile aparatului pentru măsurarea temperaturii, cu scala începând de la 400 ºC.

3.4.4 În momentul când temperatura a ajuns la 400 °C se porneşte imprimanta, urmărindu-se indicaţiile evoluţiei temperaturii în cuptorul cu microunde. Se vor face reglaje privind intervalul de timp între citirile succesive. Rezultatele măsurătorilor se vor trece într-un tabel şi vor fi reprezentate grafic astfel:

| Nr.crt. | Intervalul de timp | Temperatura [ºC] | Observații |
|---|---|---|---|
| | | | |




**- Stand pentru uscarea materialelor în câmp de microunde**

3.4.5 Se conectează la sursa de alimentare cuptorul de microunde, balanţa electronică, sursa de aer cald şi calculatorul. Se

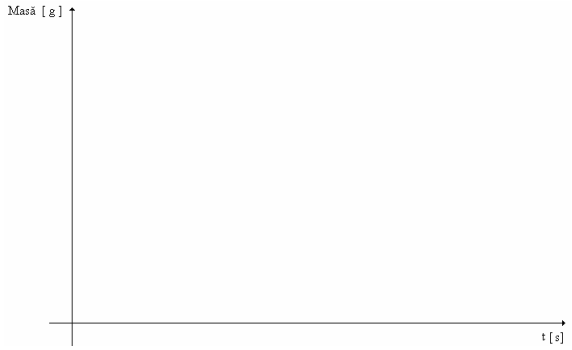
calibrează balanţa şi se rulează pe calculator programul pentru ridicarea curbei de umiditate a probelor.

3.4.6 Se introduce în cuptorul cu microunde un corp de probă constând într-o bucată de lemn umezit.

3.4.7 Se conecteză comutatorul C3 pe poziţia 1, pentru alimentarea magnetronului şi se reglează fanta de putere pe poziţia maxim. Se conecteză sursa de aer cald pe poziţia de maxim.

3.4.8 Se porneşte imprimanta şi se urmăresc indicaţile privind evoluţia masei corpului de probă în funcţie de timp. Rezultatele măsurătorilor se vor trece într-un tabel şi vor fi reprezentate grafic, aşa cum se poate vedea mai jos:

| Nr.crt. | Intervalul de timp | Masa [g] | Aer cald |
|---|---|---|---|
| | | | |




### 3.5. Întrebări

- De ce cuplajul dintre ghidul de undă şi incintă pentru generatorul 1

şi generatorul 2, se face în plane perpendiculare ?
- Ce scăpări de microunde sunt permise de normele internaţionale ?
- Precizia balanţei electronice este influenţată de temperatura din incintă ?
- Dacă un corp de probă se încălzeşte mai puţin şi mai lent decât altul, care este explicaţia ?

# CAPITOL 5

# CARACTERISTICILE APARATELOR DE ILUMINAT

# LUCRAREA 5

# CARACTERISTICILE APARATELOR DE ILUMINAT

## 1. Scopul lucrării

Scopul lucrarii este determinarea pe cale experimentală a curbei de distribuţie a intensităţilor luminoase a unui aparat de iluminat pentru sistemele de iluminat interior , a fluxului luminos şi a randamentului acestuia.

## 2. Breviar teoretic

### *2.1. Aparatele de iluminat- constructie*

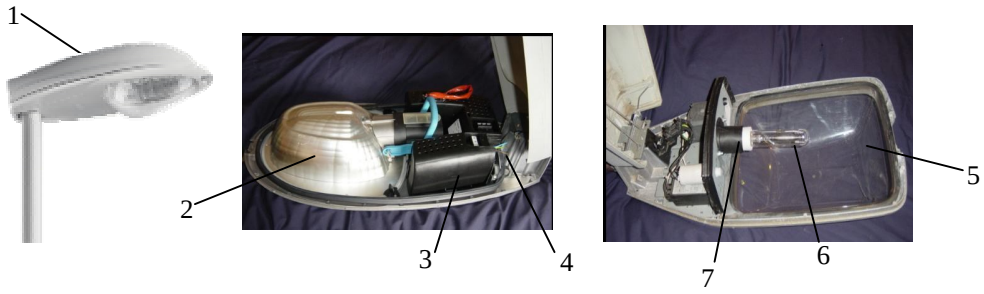
Se cunoaste faptul ca aparatul de iluminat este un dispozitiv care serveşte la distribuirea, filtrarea sau transformarea luminii lămpilor, constituit din toate elementele necesare pentru fixarea şi protejarea lămpilor, precum şi pentru conectarea acestora la circuitul de alimentare. Elementele mecanice, optice şi electrice din compunerea unui aparat de iluminat se grupează în două subansambluri mai importante, cu rol funcţional distinct, denumite Sistemul optic şi armătura .

Figura 5.1 prezintă un aparat de iluminat exterior tip SGS 253/453 - Iridium, de fabricaţie Philips. Sunt relevate unele elemente constructive ale aparatelor de iluminat exterior, punându-se în

evidenţă două variante constructive ale acestui tip de aparat: opti-C, prezentat în figura 4.1, b, unde reflectorul este unitar cu dispersorul şi opti-O, din figura 4.1, c, în care reflectorul este ataşat la carcasă.

A.Sistemul optic are rolul de a redistribui fluxul luminos al lămpilor, de a reduce luminanţa acestora şi uneori, chiar de a modifica compoziţia spectrală a luminii. Sistemul optic cuprinde următoarele elemente:

- reflectoare, în construcţie fixă sau reglabilă;
- refractoare, bazate pe fenomenul de refracţie;
- ecrane difuzante sau transparente (apărătoare);
- filtre colorate (la reflectoare);
- grătare sau alte elemente de ecranare, dispuse pentru mascarea, sub un unghi determinat, a lămpilor.
-




a b c

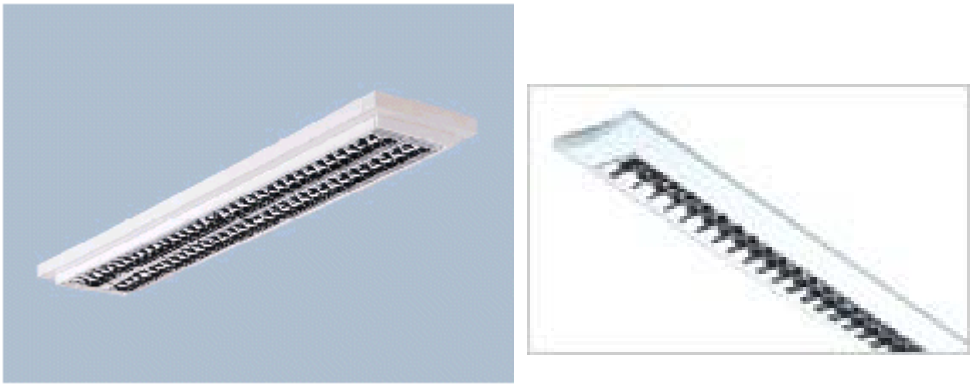
Figura 5.1. Aparat de iluminat exterior SGS 253/453 - Iridium: a-vedere de ansamblu;b-varianta opti-C; c-varianta opti-O; 1 - carcasă; 2 - reflector; 3 - unitate aparataj;4 - modul de montaj; 5 - difuzor; 6 - lampă; 7 - dulie.

B.Armătura aparatului constă din ansamblul elementelor

mecanice şi electrice cu roluri de fixare, protecţie şi alimentare cu energie electrică. Fixarea şi protecţia generală este asigurată de carcasa, de obicei metalică (aluminiu), realizată la unele construcţii cu capac, pentru facilitarea accesului. Fixarea pe stâlp sau pe braţul stâlpului se realizează prin ştuţ sau module de prindere, reglabile. Elementele electrice, cuprinzând duliile lămpilor, balasturi, startere, condensatoare, conducte electrice şi piese de conectică, pot fi grupate, formând modulul aparataj. La construcţiile moderne sunt prevăzute filtre anticondens pentru compartimentul optic.

În figura 5.2, a se prezintă un aparat de iluminat interior, tip TCS, de fabricaţie Philips, pentru montaj aparent iar figura 5.2, b pune în evidenţă elementele constructive ale unui aparat de iluminat interior tip TBS (Philips), pentru montaj îngropat.

Pentru înălţimi mari, se utilizează aparate de iluminat de tip industrial, ca şi cel prezentat în figura 5.3, tip HDK (Philips), la a cărui cutie de aparataj se pot adapta reflectoare cu distribuţie medie sau largă, precum şi două tipuri de reflectoare din material acrilic cu distribuţie mixtă.



a b

Figura 5.2. Aparat de iluminat interior; a - tip TCS; b - tip TBS;

Figura 5.3. Aparat de iluminat industrial, tip HDK.

### *2.2. Caracteristici luminotehnice*

Caracteristicile luminotehnice principale ale aparatelor de iluminat sunt: corpul fotometrie, randamentul, unghiul de protecţie, luminanţa, indicele de luminanţa şi distribuţia în spaţiu a fluxului luminos al corpului.

*1*. Corpul fotometric reprezintă suprafaţa loc geometric a vârfurilor vectorilor de intensitate luminoasă, cu originile plasate în centrul sursei de lumină aşa cum se poate vedea în figura 5.4.

Intersectând acest corp cu planuri verticale, de unghi de azimut constant, (planuri meridiane), care conţin centrul *S* al sursei, se obţin curbe de distribuţie a intensităţilor luminoase (CDIL**),** conform reprezentării din figura 5.5. Acestea redau dependenţa intensităţii luminoase în funcţie de unghiul de înălţime *I(γ),* pentru valori reprezentative ale unghiului de azimut *C* = ct.

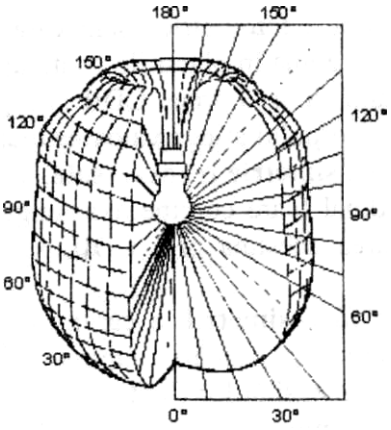



Figura 5.4. Corp fotometric.

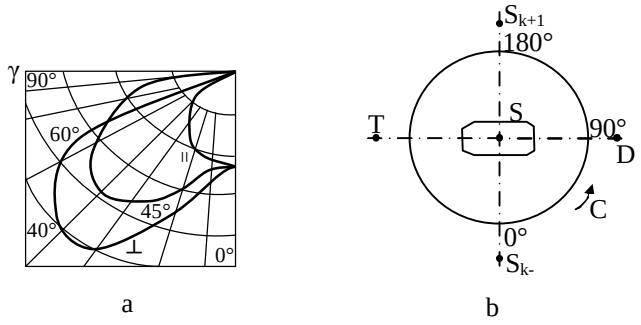



Figura 5.5. Prezentarea CDIL:
a - pentru unghiuri de azimut caracteristice;
b - sistemul de referinţă pentru unghiurile de azimut.

După aspectul şi proprietăţile de simetrie, corpurile fotometrice pot fi de următoarele tipuri:

– corp fotometric de revoluţie în jurul axei verticale, care poate fi caracterizat printr-o singură CDIL, caz în care aparatul de iluminat este denumit simetric**;**

– corp fotometric cu simetrie longitudinal-transversală**,** adică simetric atât în raport cu planul vertical transversal al aparatului de iluminat (care conţine $S_{k-1}$ $S_{k+1}$, figura 5.5, b), cât şi în raport cu cel longitudinal (care conţine *SD).* Aceste corpuri fotometrice sunt caracterizate prin 2-3 CDIL (figura 5.5, a), dintre care câte una în planurile conţinând axele longitudinală şi transversală ale corpului şi o a treia CDIL în planul $C$ = ct, în care intensitatea luminoasă a corpului atinge valoarea maximă;

– corp fotometric cu simetrie transversală**,** considerat simetric faţă de planul vertical longitudinal (care conţine axa longitudinală *TD* a corpului, figura 5.5, b). Caracterizarea acestuia prin CDIL se face la fel ca în cazul anterior;

– corp fotometric fără simetrii**,** a cărui caracterizare se face dificil prin CDIL, utilizându-se prezentări alternative, cum sunt diagrama izocandelă sau matricea intensităţilor (luminoase). Aparatele de iluminat cu o asemenea distribuţie a luminii sunt denumite asimetrice.

CDIL sunt reprezentate în coordonate polare pentru majoritatea aparatelor de iluminat, cu un unghi mic de distribuţie a fluxului luminos cazul proiectoarelor). Pentru un grad mai mare de generalitate a CDIL, în cataloagele producătorilor se dau CDIL reduse**,** determinate pentru o lampă convenţională, montată în aparat, cu fluxul luminos $\Phi_{10}$ = 1000 lm, un exemplu în acest sens fiind redat în figura 4.6 purtând şi denumirea de diagramă polară a aparatului respectiv.

Intensităţile luminoase reale $I_c(\gamma)$, date de corp pentru fluxul real al lămpilor din corp $\Phi_{lc}$, se calculează cu relaţia:

$$I_c(\gamma) = I(\gamma)\frac{\Phi_{lc}}{\Phi_{10}}, \qquad (5.1)$$

în care *I(γ)* sunt valorile citite de pe CDIL redusă. Corecţia definită prin relaţia (5.1) se aplică şi diagramelor izocandele, precum şi matricelor intensităţilor luminoase,

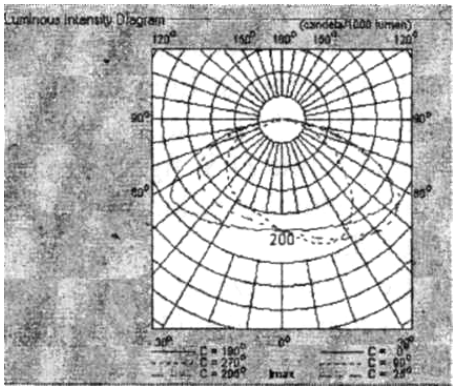



Figura 5.6. Diagrama polară a unui aparat de iluminat exterior.

Diagrama carteziană din figura 5.7, prezintă variaţia intensităţii luminoase într-un sistem rectangular de axe de coordonate, unde unghiul de înălţime $\gamma$ este reprezentat în legenda figurii prin linie continuă şi notat „vertical”, iar unghiul de azimut *C*, prin linie punctată, notaţia corespunzătoare acestuia fiind „orizontal”.

*2.* Randamentul $\boldsymbol{\eta_c}$ al aparatului de iluminat reprezintă raportul dintre fluxul luminos $\Phi_c$ al aparatului de iluminat şi fluxul luminos $\Phi_{lc}$ al lămpilor montate în aparat:

$$\eta_c = \frac{\Phi_c}{\Phi_{lc}}. \qquad (5.2)$$

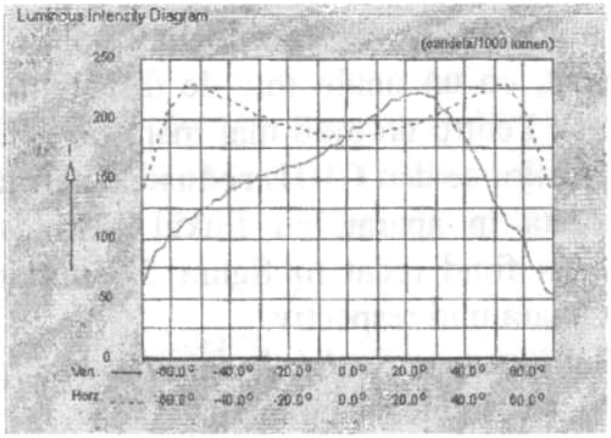



Figura 5.7. Diagrama carteziană a unui aparat de iluminat exterior.

Această mărime, având semnificaţia unui randament luminos, caracterizează aparatul de iluminat din punct de vedere al transferului spre exterior al energiei radiaţiilor vizibile, depinzând de proprietăţile luminotehnice ale materialelor din care sunt executate elementele sistemului optic, de construcţia acestuia, de poziţia şi tipul lămpii.

*3.* Unghiul de protecţie vizuală, într-un anumit plan meridian, reprezintă unghiul dintre orizontală şi linia limită sub care poate fi văzută lampa montată în aparat (figura 5.8). Dacă lămpile montate în aparat au luminanţa neuniformă, linia limită (*VS*, figura 5.8, a) se duce tangentă la zona de luminanţa maximă, iar la lămpile cu luminanţa uniformă linia limită este tangentă la sursă (*VT*, figura 5.8, b).

Unghiul de protecţie caracterizează, într-o anumită măsură, aparatele de iluminat din punct de vedere al efectului de orbire, deoarece perceperea directă a izvoarelor de lumină este împiedicată de peretele reflectorului, când se priveşte deasupra liniei limită.

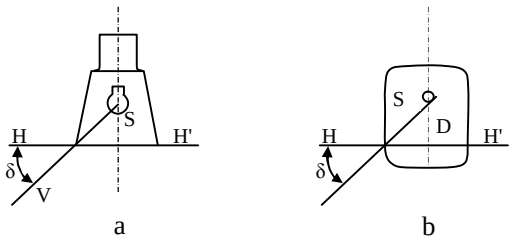



Figura 5.8. Unghiul de protecţie pentru aparate de iluminat exterior:
a - cu lampă având luminanţa neuniformă;
b - cu lampă de luminanţa uniformă.

*4.* Luminanţa aparatului depinde de direcţia de privire, atât prin mărimea intensităţii luminoase a aparatului, cât şi prin proiecţia suprafeţei luminoase a aparatului pe un plan normal la direcţia de observare, definindu-se deci în raport cu poziţia observatorului. Astfel, luminanţa reprezintă raportul dintre intensitatea luminoasă $I_\theta$ în direcţia considerată, datorată elementului de suprafaţă *da* şi aria proiecţiei ortogonale a elementului de suprafaţă *da* din jurul acelui punct, pe un plan perpendicular pe această direcţie. în concordanţă cu cele menţionate, luminanţa se defineşte în conformitate cu relaţia următoare:

$$L = \frac{I_\theta}{\mathrm{da}\cos\theta}, \tag{5.3}$$

unde

$$I_\theta = I_m \cos\theta . \tag{5.4}$$

În relaţia (5.4) $I_m$ reprezintă intensitatea luminoasă, normală la aria elementară *da.*

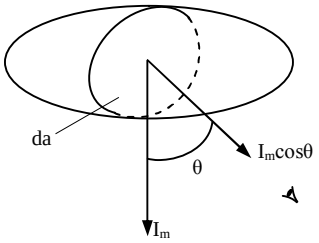



Figura 5.9. Desen explicativ pentru definirea luminanţei

*5.* Indicele de luminanţa se defineşte prin relaţia:

$$\lambda_c = \left(\frac{L_c}{A_c}\right)^{\frac{1}{4}}, \qquad (5.5)$$

$L_c$ fiind luminanţa medie a aparatului pentru un unghi de înălţime $\gamma$ = *85…*90°, iar $A_c$ - suprafaţa emisivă a aparatului de iluminat, proiectată într-un plan perpendicular pe direcţia $\gamma$ = 90°.

### *2.3. Fluxul luminos al aparatelor de iluminat- distributia acestuia*

Fluxul luminos al aparatului (corpului) reprezintă fluxul total emis de aparat $\Phi_c$, atunci când este echipat cu un anumit tip şi număr de lămpi. Această mărime poate fi determinată prin calcul, atunci când se cunosc corpul fotometric sau CDIL sau experimental, prin măsurători. Importantă este nu numai valoarea fluxului luminos, ci şi felul în care acesta este distribuit în spaţiu, pentru a răspunde în cât mai mare măsură cerinţelor aplicaţiilor concrete, de exemplu ale căilor de circulaţie.

Fiecare criteriu de caracterizare a distribuţiei fluxului luminos conduce la o clasificare distinctă a aparatelor de iluminat.

#### *2.3.1. Caracterizarea distribuţiei fluxului şi intensităţii luminoase*

*a aparatelor de iluminat, în diferite sisteme de coordonate*

Reprezentarea intensităţii luminoase *I(C, γ)* se realizează în coordonate sferice**,** fiind definită în raport cu unghiul de azimut *C*, considerat într-un plan orizontal şi unghiul de înălţime *γ* considerat într-un plan vertical faţă de axa verticală, descendentă a sursei de lumină, ca în figura 5.10.

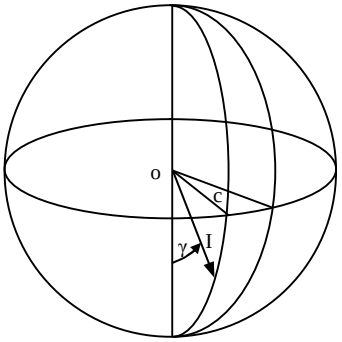



Figura 5.10. Coordonatele sferice, asociate aparatelor de iluminat.

În sistemul de axe de coordonate (*C, γ*) ataşat unui aparat de iluminat exterior, sensul pozitiv al unghiului de azimut *C* este sensul trigonometric şi ia valori în intervalul (0° ÷ 360°). Unghiul de înălţime *γ* poate lua valori în intervalul (0° ÷ 180°).

Mai există încă două sisteme de referinţă adoptate de CIE , denumite *(A,α)* şi *(B,β).*

Sistemul *(C,γ)* este considerat rigid în spaţiu şi nu urmează aparatul de iluminat la vreo înclinare a acestuia (sistemele *(A,α)* şi *(B,β)* sunt cuplate rigid cu aparatele de iluminat şi urmează orice înclinare a acestora).

Figura 5.11 prezintă pe lângă sistemul unghiular (C, *γ*), ataşat aparatului de iluminat, cele trei axe principale ale aparatului. Este de remarcat poziţia înclinată sau rotită, pe care o poate ocupa aparatul

de iluminat în spaţiu, pusă în evidenţă prin unghiurile ν, δ şi ψ precum şi sensul de rotaţie pozitiv adoptat pentru acestea.

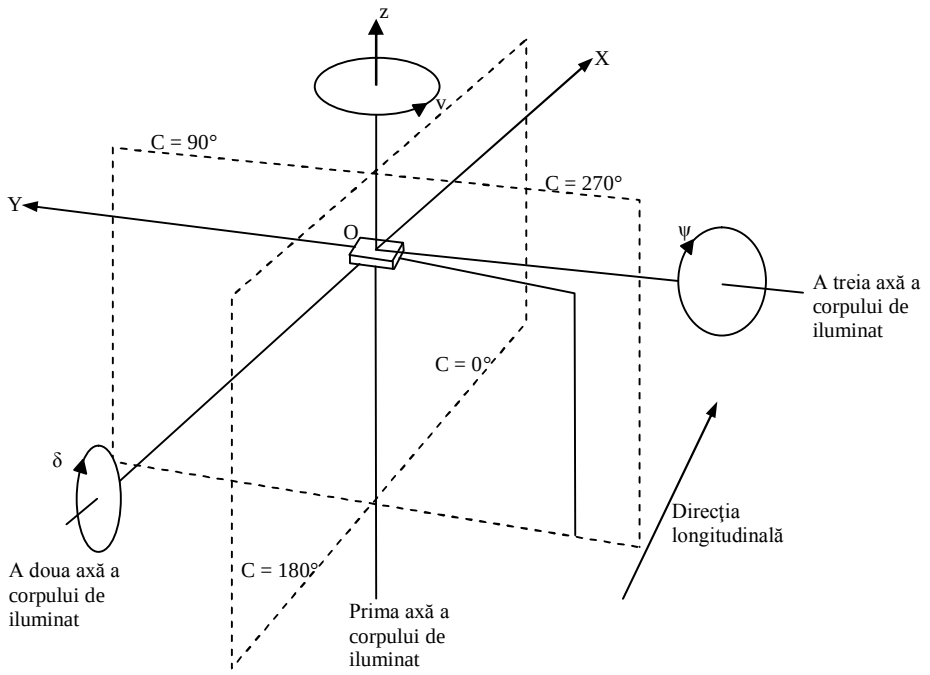



Figura 5.11. Axele principale şi unghiurile de rotire posibile pentru un aparat de iluminat.

### *2.3.2. Distribuţia fluxului luminos funcţie de mărimea unghiului solid*

Unghiul solid în care se produce repartiţia preponderentă a fluxului luminos, evidenţiază următoarele tipuri de aparate de iluminat (figura 5.12):

– cu repartiţie directă-indirectă (denumită difuză în bibliografia referită), la care CDIL este aproximativ un cerc, rar utilizate în iluminatul exterior (figura 5.12,a);

– cu repartiţie largă, care emit cel mult 50% din fluxul luminos

al aparatului în interiorul unui con de revoluţie în jurul axei, având un unghi la vârf $\alpha = 2 \cdot 50°$ (figura 5.12, b);

– cu repartiţie mijlocie, care emit mai mult de 50% din $\Phi_c$ în unghiul solid definit mai sus (figura 5.12, c);

– cu repartiţie concentrată, care emit peste 50% din $\Phi_c$ în interiorul unui con de revoluţie în jurul axei, care are însă un unghi la vârf de numai $2 \cdot 40°$ (figura 5.12, d).

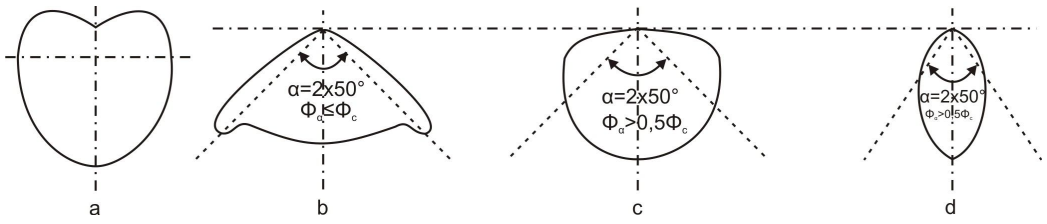



Figura 5.12. Caracterizarea repartiţiei fluxului luminos al aparatelor de iluminat prin unghiul solid:
a - difuză; b - largă; c - mijlocie; d - concentrată.

De remarcat că distribuţia fluxului luminos al aparatului în interiorul unor unghiuri solide stabilite, nu presupune neapărat că sursa trebuie să fie simetrică.

### *2.3.3. Distribuţia fluxului luminos în emisferele superioară şi inferioară*

În raport cu distribuţia fluxului luminos al aparatului $\Phi_c$ în cele două emisfere - superioară $\Phi_{sup}$ şi inferioară $\Phi_{inf}$ - obţinute prin secţionarea corpului fotometric printr-un plan orizontal care trece prin centrul aparatului de iluminat, se deosebesc următoarele tipuri

de aparate de iluminat :

- direct, la care $\Phi_{inf} \geq 0{,}9 \cdot \Phi_c$;
- semidirect, la care $\Phi_{inf} = [0{,}6 \ldots 0{,}9)\ \Phi_c$;
- mixt, la care $\Phi_{inf} = [0{,}4 \ldots 0{,}6)\ \Phi_c$;
- difuz, la care $\Phi_{inf} = [0{,}4 \ldots 0{,}6)\ \Phi_c$ şi $\Phi_{sup} = [0{,}6 \ldots 0{,}4)\ \Phi_c$;
- semiindirect, la care $\Phi_{sup} = [0{,}6 \ldots 0{,}9)\ \Phi_c$;
- indirect, la care $\Phi_{sup} \geq 0{,}9 \cdot \Phi_c$.

Această clasificare are aplicabilitate în principal la aparatele de iluminat interior, deoarece la iluminatul exterior sunt aplicabile numai primele două tipuri de distribuţii.

### *2.3.4. Clasificarea Britanică Zonală*

Clasificarea BZ (Britanică Zonală) este valabilă, în principiu, numai pentru aparate de iluminat simetrice, deoarece se bazează pe aspectul CDIL.

Clasificarea BZ urmăreşte evaluarea distribuţiei fluxurilor luminoase ale aparatelor de iluminat în emisfera inferioară, utilizând în acest scop raportul direct, definit prin relaţia:

$$R_d = \frac{\Phi_d}{\Phi_{\text{inf}}}, \qquad (5.6)$$

în care $\Phi_d$ este fluxul primit de planul util direct de la sursă;

$\Phi_{inf}$ - fluxul emisferic inferior al corpului

În tabelul 5.1 sunt indicate expresiile analitice, în coordonate polare, ale CDIL corespunzătoare claselor BZ; clasa BZ 1 corespunde celei mai concentrate repartiţii a fluxului emisferic inferior, iar clasa BZ 10 celei mai largi repartiţii.

Expresiile CDIL ale aparatelor de iluminat din clasele BZ

*Tabelul 5.1*

| | | | |
|---|---|---|---|
| BZ 1 | $I_0 \cos^4 \theta$ | BZ 6 | $I_0 (1 + 2 \cos \theta)$ |
| BZ 2 | $I_0 \cos^3 \theta$ | BZ 7 | $I_0 (1 + \cos \theta)$ |
| BZ 3 | $I_0 \cos^2 \theta$ | BZ 8 | $I_0$ |
| BZ 4 | $I_0 \cos^1 \theta$ | BZ 9 | $I_0 (1 + \sin \theta)$ |
| BZ 5 | $I_0 \cos \theta$ | BZ 10 | $I_0 \sin \theta$ |

Reprezentarea grafică a CDIL definite analitic în tabelul 5.1 este redată în figura 5.13.

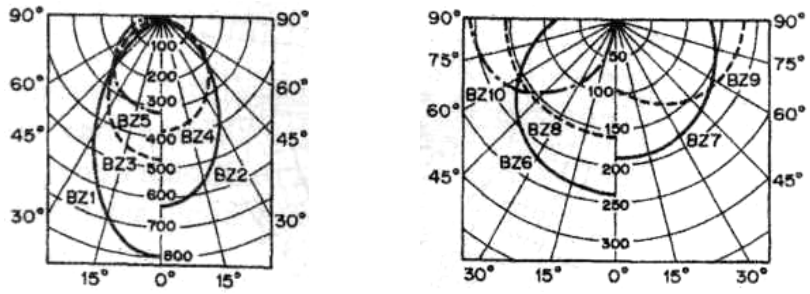



Figura 5.13. CDIL ale diferitelor clase **BZ** de aparate de iluminat.

### *2.3.5. Diagrama izocandelă*

Dacă se consideră sursa luminoasă aşezată în centrul unei sfere de rază unitate şi unind punctele pentru care intensităţile

luminoase au aceeaşi valoare, se obţine o curbă izocandelă, care este întotdeauna o curbă închisă.

Pentru a putea fi utilizate în practică, curbele izocandele se reprezintă în plan ca în figura 5.14 pentru un aparat de iluminat simetric.

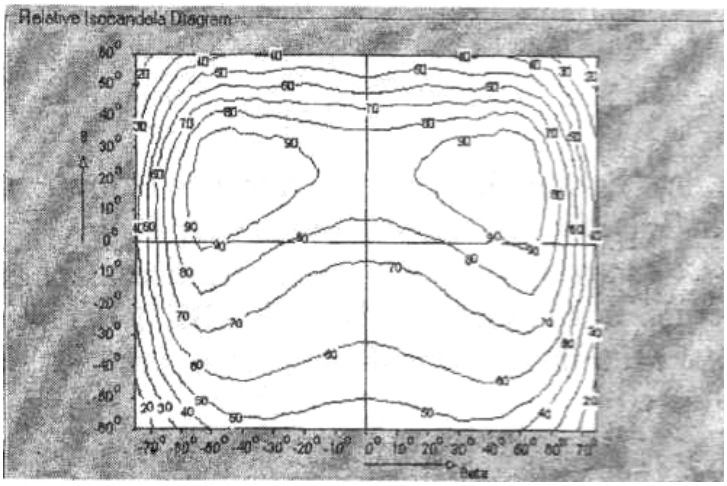



Figura 5.14. Diagrama izocandelă a unui aparat de iluminat, reprezentată în sistemul de coordonate B-β.

Aparatele de iluminat asimetrice au o distribuţie a intensităţii luminoase ca în figura 5.15.

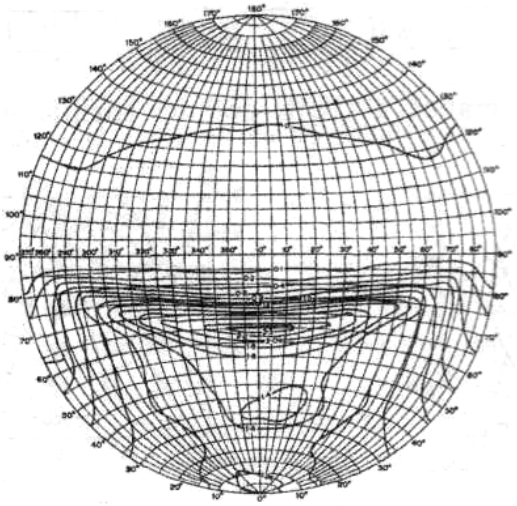


Figura 5.15. Diagrama izocandelă pentru un aparat de iluminat asimetric

Suprafaţa sferică ce înconjoară aparatul de iluminat, este schiţată în plan, aidoma hărţilor terestre, iar liniile desenate unesc puncte de egală intensitate luminoasă (izocandele). Acest tip de proiecţie, zenitală (figura 5.15), este utilizată mai ales pentru iluminatul exterior. Astfel, curba izocandelă, corespunzătoare jumătăţii intensităţii maxime, este utilizată în caracterizarea distribuţiei fluxului luminos, la aparatele de iluminat ale căilor de circulaţie.

### *2.3.6. Matricea intensităţilor luminoase*

Matricea intensităţilor luminoase este un tabel cu valorile intensităţilor luminoase pentru diferite valori ale unghiurilor de azimut, de obicei în intervalul 90° ÷ 270° şi ale celor de înălţime, în intervalul 0 ÷ 90°.

Un exemplu de matrice pentru corpul tip SGS 102/150 este

prezentat în tabelul 5.2.

Valorile intensităţilor luminoase, pentru coordonate intermediare celor tabelate, se obţin prin interpolare, rezultând mult mai exacte decât în cazul folosirii unor CDIL reprezentative.

Pentru aparatele de iluminat asimetrice, caracterizarea distribuţiei fluxului luminos prin diagrame izocandele reprezintă o alternativă expresivă, dar improprie pentru implementarea în proiectarea asistată de calculator. Din această cauză, s-a dezvoltat practica asocierii unei matrice a intensităţilor luminoase pentru fiecare aparat de iluminat, din baza de date a programelor de proiectare asistată.

## 3. Desfasurarea lucrării

### *3.1.Ridicarea curbei de distributie a intensitatilor luminoase CDIL*

Ridicarea CDIL a unui aparat de iluminat, se face cu ajutorul unui dispozitiv care permite rotirea aparatului de iluminat şi utilizarea unui luxmetru pentru măsurarea iluminării

Intensitatea luminoasă se obţine pornind de la expresia:

$$E = \frac{I \cos\gamma}{d^2}, \qquad (5.7)$$

Matricea intensităţilor luminoase pentru aparatul de iluminat tip SGS 102/105

*Tabelul 5.2*

| | 90 | 10 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 27 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| C / γ | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 |
| 10 | 191 | 192 | 194 | 197 | 200 | 201 | 202 | 204 | 204 | 201 | 201 | 198 | 197 | 194 | 191 | 187 | 185 |
| 20 | 185 | 187 | 196 | 202 | 210 | 218 | 223 | 226 | 227 | 225 | 220 | 211 | 202 | 192 | 182 | 170 | 164 |
| 30 | 173 | 176 | 191 | 202 | 215 | 227 | 236 | 240 | 242 | 236 | 228 | 215 | 199 | 180 | 159 | 142 | 135 |
| 35 | 166 | 168 | 184 | 194 | 209 | 220 | 231 | 238 | 238 | 232 | 223 | 206 | 187 | 163 | 140 | 126 | 120 |
| 40 | 157 | 160 | 172 | 181 | 193 | 206 | 218 | 228 | 230 | 223 | 208 | 188 | 169 | 139 | 120 | 110 | 108 |
| 45 | 147 | 150 | 157 | 166 | 176 | 193 | 210 | 221 | 224 | 215 | 194 | 173 | 150 | 125 | 101 | 96 | 98 |
| 47.5 | 140 | 142 | 147 | 154 | 167 | 186 | 204 | 218 | 222 | 210 | 187 | 163 | 143 | 117 | 93 | 89 | 92 |
| 50 | 132 | 132 | 138 | 144 | 159 | 180 | 201 | 215 | 219 | 208 | 182 | 157 | 135 | 111 | 87 | 82 | 86 |
| 52.5 | 121 | 122 | 128 | 136 | 153 | 177 | 196 | 209 | 215 | 202 | 174 | 148 | 129 | 106 | 80 | 75 | 80 |
| 55 | 109 | 112 | 118 | 128 | 147 | 170 | 191 | 204 | 208 | 194 | 167 | 144 | 123 | 99 | 73 | 67 | 73 |
| 57.5 | 97 | 100 | 109 | 120 | 140 | 161 | 181 | 194 | 197 | 183 | 159 | 134 | 115 | 95 | 67 | 59 | 64 |
| 60 | 87 | 91 | 101 | 111 | 127 | 151 | 169 | 183 | 185 | 171 | 146 | 126 | 107 | 88 | 62 | 52 | 54 |
| 62.5 | 78 | 82 | 90 | 97 | 114 | 134 | 153 | 162 | 166 | 151 | 129 | 11 | 96 | 80 | 55 | 45 | 35 |
| 65 | 71 | 74 | 78 | 84 | 97 | 116 | 132 | 143 | 145 | 131 | 112 | 95 | 84 | 71 | 49 | 33 | 14 |
| 67.5 | 62 | 64 | 66 | 71 | 82 | 98 | 113 | 122 | 124 | 113 | 93 | 82 | 72 | 61 | 42 | 19 | 9 |
| 70 | 53 | 52 | 53 | 55 | 64 | 78 | 91 | 101 | 103 | 93 | 76 | 64 | 58 | 49 | 34 | 10 | 5 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 72.5 | 44 | 42 | 43 | 42 | 51 | 60 | 72 | 82 | 85 | 74 | 61 | 50 | 46 | 39 | 28 | 8 | 7 |
| 75 | 34 | 33 | 32 | 32 | 37 | 45 | 55 | 64 | 65 | 57 | 48 | 38 | 34 | 29 | 21 | 6 | 5 |
| 77.5 | 25 | 24 | 25 | 25 | 28 | 34 | 42 | 49 | 49 | 43 | 36 | 29 | 24 | 21 | 15 | 6 | 4 |
| 80 | 17 | 19 | 18 | 19 | 21 | 25 | 28 | 35 | 35 | 31 | 27 | 22 | 16 | 15 | 11 | 4 | 2 |
| 82.5 | 14 | 16 | 15 | 15 | 15 | 18 | 21 | 25 | 25 | 22 | 20 | 17 | 14 | 10 | 8 | 4 | 2 |
| 85 | 12 | 13 | 12 | 12 | 12 | 13 | 15 | 18 | 19 | 16 | 14 | 13 | 11 | 8 | 7 | 3 | 0 |
| 87.5 | 10 | 10 | 8 | 9 | 10 | 10 | 12 | 13 | 14 | 12 | 10 | 10 | 8 | 7 | 5 | 2 | 1 |
| 90 | 7 | 6 | 7 | 7 | 8 | 7 | 9 | 11 | 12 | 8 | 7 | 7 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 |

unde: $E$ - iluminarea suprafeţei elementare $dA$;

$I$ - intensitatea luminoasă în direcţia unghiului $\gamma$ (figura 5.16);

$d$ - distanţa de la sursă la suprafaţa $dA$ (trebuie să fie de cel puţin 5 ori mai mare decât dimensiunea cea mai mare a sursei de lumină);

$\gamma$ - este unghiul de incidenţă al razei de lumină.

Din expresia (5.7) se obţine:

$$I = \frac{Ed^2}{\cos\gamma}. \qquad (5.8)$$

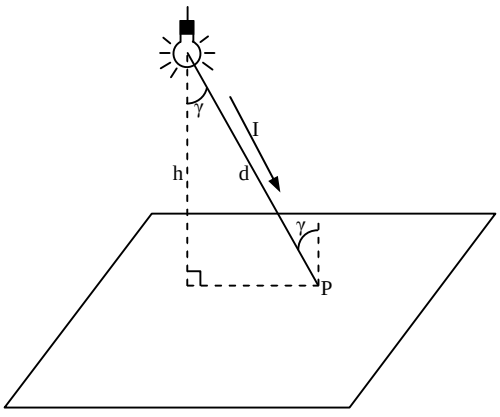



Figura 5.16. Desen explicativ cu privire la legătura dintre intensitatea luminoasă şi iluminare.

Cu ajutorul dispozitivului din figura 5.17, se efectuează măsurătorile în vederea trasării CDIL a unui aparat de iluminat industrial metalic, tip plafonieră, tip PVSC (Elba), utilizat pentru iluminatul halelor industriale.

Dispozitivul permite rotirea aparatului de iluminat montat pe el şi citirea unghiurilor respective pe un cadran gradat; unghiul corespunzător intervalului dintre două diviziuni este de 1l°15'.

Pentru fiecare valoare a unghiului de înclinare $\gamma$ se citeşte iluminarea $E$ cu ajutorul unui luxmetru. Distanta $d$ = 1 m; se observă că celula luxmetrului este poziţionată exact sub sursa de lumină. Domeniul de valori ale unghiului $\gamma$ este 0…180 pentru acest tip de corp simetric.

Se constată că în punctul de măsurare a iluminării unde se află amplasată fotocelula luxmetrului, se înregistrează o valoare nenulă, chiar dacă între sursă şi luxmetru se interpun părţi opace ale aparatului de iluminat.

Aceasta se datorează componentei fluxului luminos, reflectată de către pereţi şi iluminării naturale.

Iluminarea naturală şi componenta reflectată se vor scădea din valorile deja determinate; valorile iluminărilor astfel corectate se trec în coloana corespunzătoare din tabelul 5.3.

Cu ajutorul relaţiei (5.8) se calculează intensităţile luminoase *I*. Valorile mărimilor citite precum şi cele calculate se centralizează în tabelul 5.3.

Apoi se construieşte la o scară aleasă curba fotometrică a corpului de iluminat.

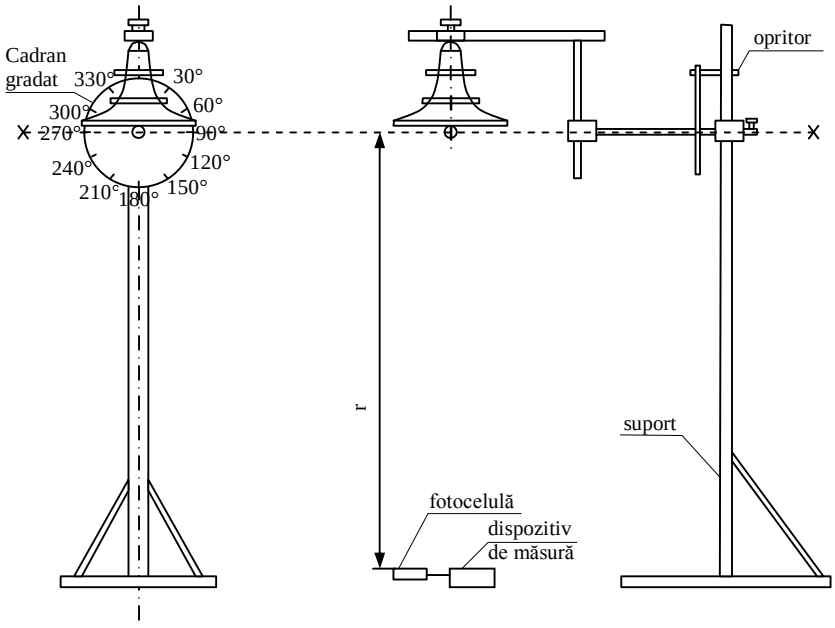



Figura 5.17. Dispozitiv pentru ridicarea curbei fotometrice.

Date experimentale pentru ridicarea curbei fotometrice.

*Tabelul 5.3*

| Nr. crt. | $\gamma$, ° | $E_{măsurat}$, lx | $E_{corectat}$, lx | $I$, cd |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

### *3.2. Calculul fluxului luminos - metoda Rousseau*

În figura 5.18, (în stânga axei), s-a reprezentat jumătate din curba fotometrică a unui corp de iluminat simetric, astfel încât la 1

cd să corespundă *a* cm.

Se duce un cerc de rază *R* care are centrul în *O* şi o rază vectoare *OS* care face unghiul $\gamma$ cu axa verticală şi se prelungeşte până ce intersectează cercul de rază *R* în $S_1$. Se proiectează punctul $S_1$ pe axa verticală rezultând punctul *S'*.

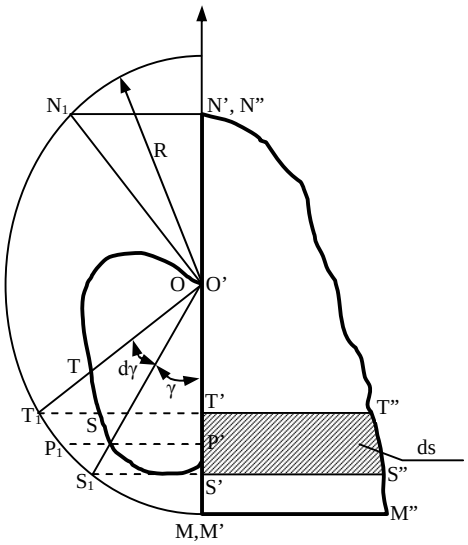



Figura 5.18. Diagrama Rousseau.

Din acest punct se măsoară un segment de dreaptă, perpendicular pe axa verticală, *S'S"* egal cu *OS* care reprezintă tocmai intensitatea luminoasă *I* măsurată la scara aleasă, pentru unghiul $\gamma$. Repetând acelaşi procedeu pentru mai multe puncte, deci pentru valori diferite ale unghiului $\gamma$, se determină curba Rousseau *O'T'S'M'M"S"T"N'O'*.

Suprafaţa închisă de această curbă reprezintă la o anumită

scară fluxul total emis de aparat.

Legătura dintre unitatea de suprafaţă a ariei cuprinse în interiorul curbei Rousseau şi unitatea de măsură a fluxului $\Phi$ este:

$$1cm^2 = \frac{2\pi}{Ra}, 1m \,. \tag{5.9}$$

Fluxul total emis va fi:

$$\Phi_c = \frac{2\pi}{Ra} \cdot \text{Aria}_{O'T'S'M'M''S''T''N'O'} \tag{5.10}$$

### *3.3. Randamentului aparatului*

Fluxul luminos al sursei de lumină, notat *cu* $\Phi_{lc}$, se alege, în funcţie de puterea şi tipul lămpilor, din tabelele 5.4 sau 5.5.

Corespondenţa dintre puterea electrică şi fluxul luminos la lămpile incandescente

*Tabelul 5.4*

| P, W | 15 | 25 | 44 | 60 | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\Phi_{lc}$, lm | 105 | 190 | 312 | 517 | 690 | 1040 | 1770 | 2540 | 4270 |

Corespondenţa dintre puterea electrică şi fluxul luminos la lămpile fluorescente compacte cu consum redus ECOTONE (Philips)

*Tabelul 5.5*

| P,W | 25 | 40 | 60 | 75 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Phi_{lc}$, lm | 200 | 400 | 600 | 900 | 1200 |

Randamentul aparatului de iluminat utilizat se determină cu ajutorul relaţiei (5.2). Dacă acest calcul se face pentru ambele tipuri de sursă de lumină din tabelele 5.4 şi 5.5, valorile randamentelor obţinute în cele două situaţii pot fi comparate.

**Intrebari**

- Care este definitia unui aparat de iluminat ?
- Ce reprezinta abrevierea CDIL ?
- In ce consta metoda Rousseau ?
- Ce dispozitiv se foloseste pentru ridicarea CDIL ?
- Pentru ce aparate de iluminat este valabila clasificarea BZ ?

# CAPITOL 6

# CARACTERISTICILE SISTEMELOR DE ILUMINAT INTERIOR

# LUCRAREA 6

# CARACTERISTICILE SISTEMELOR DE ILUMINAT INTERIOR

## 1. Scopul lucrării

Scopul lucrării îl constituie studiul si aplicarea metodei factorului de utilizare, precum si determinarea practica a iluminării medii dintr-o încăpere.

## 2. Breviar teoretic

### *2.1. Factorul de utilizare*

Pe parcursul proiectarii instalaţiilor de iluminat, determinarea fluxului luminos total al izvoarelor de lumină $\Phi_t$ necesar pentru a realiza o anumită iluminare medie $E_m$ pe planul de utilizare, se face prin metoda factorului de utilizare**.**

Nu putem folosi aceasta metoda la calculul iluminatului local, iluminatul suprafeţelor înclinate şi verticale sau la instalaţii care folosesc aparate de iluminat de dimensiuni mari.

Factorul de utilizare al sistemului de iluminat interior se exprimă prin relaţia:

$$u = \eta_c \cdot \eta_i \,, \tag{6.1}$$

în care $\eta_c = \frac{\Phi_c}{\Phi_t}$ este randamentul aparatului de iluminat; (6.2)

$\eta_i = \frac{\Phi_u}{\Phi_c}$ – randamentul încăperii (utilanţa); (6.3)

$\Phi_c$ – fluxul luminos al aparatului de iluminat;

$\Phi_u$ – fluxul luminos care cade pe planul de utilizare (util).

Înlocuind relaţiile (6.2) şi (6.3) în (6.1), se obţine:

$$u = \frac{\Phi_c}{\Phi_t} \cdot \frac{\Phi_u}{\Phi_c} = \frac{\Phi_u}{\Phi_t}. \quad (6.4)$$

Dacă randamentul $\eta_c$ al aparatului de iluminat depinde de performanţele şi de starea acestuia, în ansamblu , randamentul încăperii $\eta_i$, este determinat de forma, dimensiunile şi structura (zugrăveli, elemente de construcţie) încăperii, precum şi de mărimile care caracterizează amplasarea sistemului de iluminat în încăpere.

Influenţa formei şi a dimensiunilor încăperii asupra factorului de utilizare este exprimată de indicele încăperii *i*, care poate fi exprimat prin următoarea relaţie:

$$i = \frac{L1 \cdot L2}{h(L1 + L2)}, \quad (6.5)$$

unde *L1, L2* sunt lungimea, respectiv lăţimea încăperii, în m;

*h* - înălţimea de suspendare a aparatului de iluminat deasupra planului util, în m.

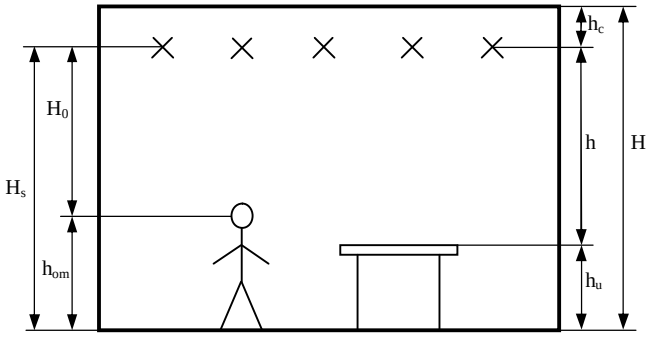



Figura 6.1.Incăpere - secţiune verticală.

Figura 6.1 prezintă o secţiune verticală a unei încăperi, cu toate dimensiunile geometrice importante, pe verticală, ale acesteia, în care este evidenţiată înălţimea de suspendare *h*. Celelalte mărimi notate pe figură sunt după cum urmează:

$H$ - înălţimea încăperii;

$h_u$ - înălţimea planului util, considerată $h_u = 0{,}8 \div 1$ m;

$h_c$ - lungimea pendulului aparatului de iluminat;

$h_{om}$ = 1,6 m, înălţimea medie a omului, considerată până la nivelul ochilor;

$H_o$ - înălţimea de suspendare a aparatelor de iluminat, deasupra planului orizontal, situat la nivelul ochilor;

$H_s$ - înălţimea de suspendare deasupra pardoselii.

Factorii de utilizare sunt daţi în tabele de către producătorii de aparate de iluminat, pentru fiecare tip în parte, deci implicit în funcţie de felul distribuţiei fluxului luminos şi randamentul aparatului de iluminat. Condensat, se poate scrie că factorul de utilizare este o funcţie de mai multe variabile, astfel:

$$u = u\left(\text{tip ap.}, \Phi_{ei}/\Phi_c, \text{i}, \rho_t, \rho_p\right), \tag{6.6}$$

în care raportul $\Phi_{ei}/\Phi_c$, exprimând raportul dintre fluxul luminos emis de aparat în emisfera inferioară $\Phi_{ei}$ şi fluxul luminos total $\Phi_c$ al aparatului, redă sintetic distribuţia fluxului luminos al aparatului de iluminat;

$\rho_t$ - factorul de reflexie al tavanului;

$\rho_p$ - factorul de reflexie al pereţilor.

Pentru câteva tipuri de aparate de iluminat, frecvent utilizate la iluminatul interior, se indică factorii de utilizare în Anexe.

Prin metoda factorului de utilizare se determină iluminarea

medie la nivelul planului util cu relaţia:

$$E_{med} = \frac{\Phi_{lc} N_c M_f}{A} u, \qquad (6.7)$$

în care $A$ este aria planului util, în $m^2$;

$\Phi_{lc}$ - fluxul lămpilor dintr-un aparat de iluminat, în lm;

$N_c$ - numărul de aparate de iluminat amplasate în încăpere;

$M_f$- factorul de menţinere al sistemului de iluminat.

Relaţia (6.7) se utilizează in proiectare pentru determinarea echipamentului electric, adică a aparatului de iluminat şi a lămpii, folosindu-se ca mărime de calcul $\Phi_{lc}$.

### *2.2. Înălţimea de suspendare*

Se urmăreşte determinarea unui domeniu de valori posibile pentru această mărime pentru o mai bună adaptare a proiectării la particularităţile soluţiilor, nu se alege o singură valoare pentru înălţimea de suspendare deasupra planului de utilizare.

Inaltimea minima de suspendare se determină din condiţiile de limitare a fenomenului de orbire, precizate în sub forma corelaţiilor admise dintre înălţimea de montare de la nivelul ochilor $H_o$ şi dimensiunile încăperii $(L_1, L_2)$, din planul orizontal, în funcţie de luminanţa corpurilor de iluminat.

Pentru aparate cu luminanţe $L_c < 5000$ nt şi puteri ale lămpilor $P_l \leq 200$ W, se determină condiţiile pentru înălţimea minimă de suspendare $h_{min}$ sub forma:

$$h_{\min} = \frac{L_1}{6} + h_{om} - h_u; \qquad (6.8)$$

$$h_{\min} = \frac{L_2}{4} + h_{om} - h_u ; \qquad (6.9)$$

se alege ca $h_{min}$ valoarea cea mai mare, rezultată din relaţiile de mai sus.

Înălţimea de suspendare maximă $h_{Max}$ rezultă din condiţia de lungime minimă a pendulului $h_{cmin}$, reprezentând distanţa dintre tavan şi centrul optic al corpului de iluminat, atunci când acesta ar fi montat direct pe tavan:

$$h_{Max} = H - h_u - h_{c\min} . \qquad (6.10)$$

Având stabilite limitele domeniului de variaţie a înălţimii de suspendare, mai trebuie ales incrementul de parcurgere a acestui domeniu, pentru a profila variantele posibile.

## 3. Desfasurarea lucrării

### *3.1. Aplicaţia*

Încăperea în care se desfăşoară lucrările de laborator furnizează datele iniţiale, reprezentate de următoarele caracteristici:

- destinaţia: laborator de specialitate, electrotehnic;
- dimensiunile: $L_1$ = 8,95m, $L_2$ = 6 ,70 m, $H$ = 4,24 m;
- aspectul pereţilor, cu evidenţierea tuturor elementelor care concură la caracteristicile fotometrice ale acestora, este redat în figura 6.2.

Structura pereţilor, prezenţa mobilierului cu dimensiuni apreciabile, a uşilor şi ferestrelor sunt necesare pentru determinarea

coeficientului mediu de reflexie a pereţilor, pentru fiecare valoare considerată, a înălţimii de suspendare a aparatelor de iluminat deasupra planului de utilizare;

– înălţimea planului de utilizare $h_u$ = 0,8 m;

– încăperea este cu degajare redusă de praf, pentru care $M_f$ = 0,67.

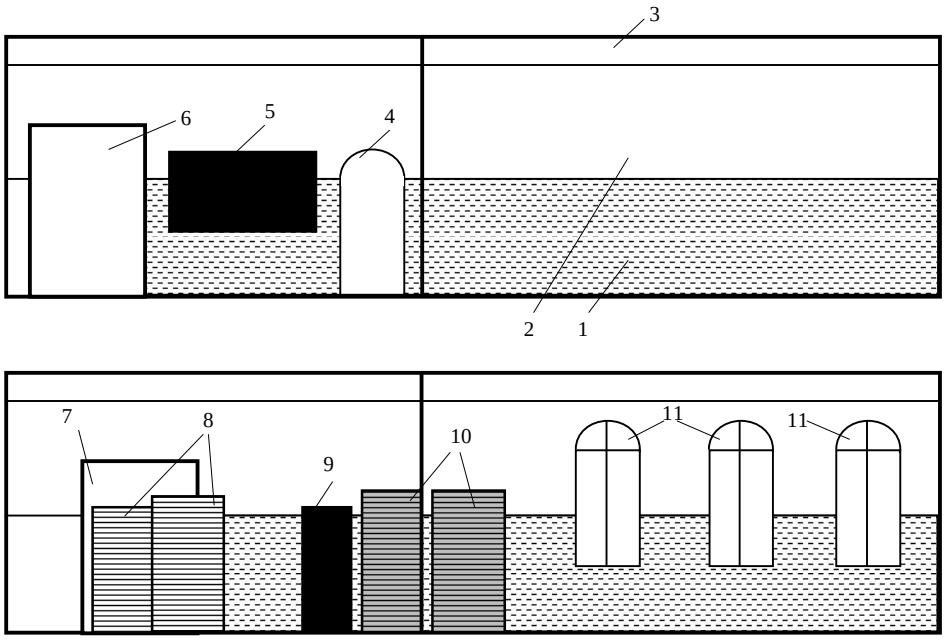



Figura 6.2 Pereţii încăperii şi elementele interioare

1 - perete vopsit în ulei, culoare ocru; 2- perete zugrăvit, culoare bej; 3 - perete alb; 4 - uşă vopsită în alb;5- tablă neagră; 6, 7 - uşi vopsite în crem; 8 - dulapuri vopsite, culoare maro; 9 – dulap metalic; 10 - tablou de distribuţie metalic, culoare albastră; 11 - ferestre.

### *3.2. Determinarea iluminării medii- experimental*

Luînd in considerare un sistem de iluminat interior, ale cărui aparate de iluminat sunt repartizate în plan, în mod uniform, în concordanţă cu condiţiile de asigurare a uniformităţii iluminatului, efectuarea măsurătorilor pentru determinarea iluminării medii se poate face într-un sfert de încăpere, aşa cum se prezintă în figura 6.3.

Se alege sfertul de încăpere, în care urmează să se efectueze măsurătorile, marcându-se şi numerotându-se punctele de măsură. Se verifică starea funcţională a sistemului de iluminat, numărându-se aparatele de iluminat în funcţiune şi numărul de lămpi din fiecare aparat.

Se identifică apoi tipurile de aparate de iluminat şi de lămpi, extrăgându-se din cataloage datele caracteristice: $\Phi_l$ şi $\eta_c$. Pentru încăperea luată în considerare în aplicaţie, aparatele de iluminat folosite sunt de tipul FIA-01-265, ale căror caracteristici sunt date în anexe.

Măsurătorile se efectuează la nivelul planului util (al suprafeţelor superioare ale meselor), în fiecare din cele şapte puncte identificate, trecându-se datele în tabelul 6.1.

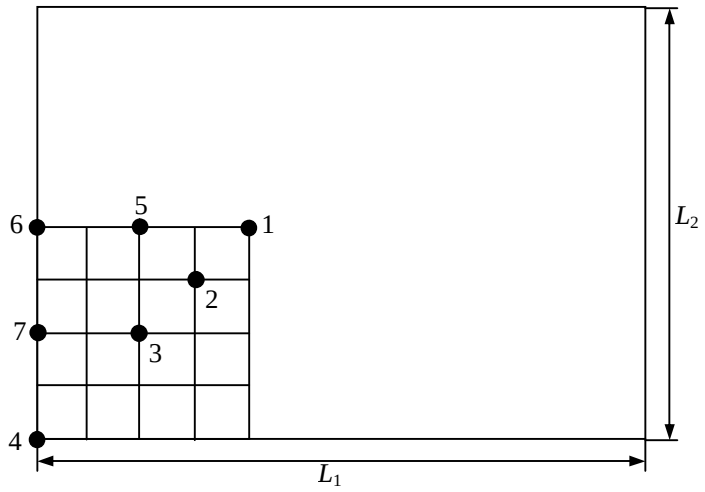



Figura 6.3. Dispunerea punctelor de măsură pentru determinarea iluminării medii.

Date experimentale şi calculate referitoare la sistemul de iluminat al încăperii

*Tabelul 6.1*

| Nr. crt. | h, m | $E_1$, lx | $E_2$, lx | $E_3$, lx | $E_4$, lx | $E_5$, lx | $E_6$, lx | $E_7$, lx | $E_{med}$, lx | $\Phi_u$, lm | $\eta_i$ | $\eta_c$ | u calc. | i | u' tab. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Iluminarea medie se calculează cu relaţia:

$$E_{med} = \frac{E_1 + 4(E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7)}{25}, \qquad (6.11)$$

care ponderează în mod diferit iluminările din punctul 1 de cele din

celelalte puncte.

În cazul contribuţiei iluminatului natural, se repetă măsurătorile în aceleaşi puncte, dar cu sistemul de iluminat deconectat de la reţea.

Considerând iluminările astfel măsurate ca erori de măsurare a iluminărilor produse de iluminatul artificial, se completează încă un rând în tabelul 6.1 cu diferenţele iluminărilor corespunzătoare celor două şiruri de măsurători anterioare.

Fluxul util se obţine prin multiplicarea iluminării medii cu aria planului util, conform relaţiei:

$$\Phi_u = E_{med} A, \tag{6.12}$$

în care $A = L_1 \cdot L_2$. Fluxul luminos total al aparatelor de iluminat se calculează cu relaţia:

$$\Phi_{tc} = N_c \Phi_1 N_{1c} \eta_c, \tag{6.13}$$

unde $N_{1c}$ reprezintă numărul de lămpi dintr-un aparat de iluminat, celelalte mărimi fiind explicitate în lucrare.

Din relaţia (6.7) se deduce expresia factorului de utilizare pentru cazul determinării experimentale:

$$u = \frac{\Phi_u}{\Phi_1 N_{1c} N_c M_f}. \tag{6.14}$$

În continuare, se determină randamentul încăperii:

$$\eta_i = \frac{u}{\eta_c} \tag{6.15}$$

şi se trec toate datele în tabelul 6.1, în rubricile rezervate.

### *3.3. Factorul de utilizare tabelat*

Se procedeaza la determinarea domeniului de valori posibile pentru înălţimea de suspendare, aşa cum s-a recomandat la subcapitolul 2.2; pentru cazul studiat, rezultă domeniul $h \in [2,5;\ 3,4]$, care poate fi incrementat cu pasul dorit ,de ex. 0,2 m.

Se determină indicele încăperii *i*, dat de relaţia (6.5) şi valorile factorului mediu de reflexie a pereţilor pentru fiecare valoare a înălţimii de suspendare, prin ponderarea prin arii a factorilor de reflexie ai zonelor puse în evidenţă în structura pereţilor (figura 6.2). Corespondenţele dintre valoarea înălţimii de suspendare şi valorile factorului mediu de reflexie a pereţilor $\rho_p$ şi a indicelui încăperii *i* sunt redate în tabelul 6.2.

Factorii de reflexie medii ai pereţilor şi indicii încăperii
în raport cu înălţimea de suspendare.

*Tabelul 6.2*

| Înălţimea de suspendare h, m | Factorul de reflexie $\rho_p$ | Indicele încăperii *i* | Factorul de utilizare u' |
|---|---|---|---|
| 2,5 | 0,308 | 1,53 | |
| 2,7 | 0,310 | 1,42 | |
| 2,9 | 0,312 | 1,32 | |
| 3,1 | 0,314 | 1,23 | |
| 3,3 | 0,316 | 1,16 | |

Funcţie de indicele încăperii *i*, factorii de reflexie $\rho_t$ şi $\rho_p$ (tavan alb) şi randamentul corpului $\eta_c$ se extrag din tabele valorile factorului de utilizare $u'$ tabelat; valorile determinate se trec în

rubrica liberă din tabelul 6.2. Pe baza rezultatelor obţinute se trasează curbele $u = f(h)$ şi $i = f(h)$.

Pentru înălţimea de suspendare reală (aparatele de iluminat montate pe tavan), se determină din tabelul 6.2 factorul de reflexie mediu al pereţilor. Cunoscând indicele încăperii şi tipul de aparat de iluminat, se extrage din tabelul cu factorii de utilizare valoarea corespunzătoare situaţiei date, completându-se rubrica respectivă din tabelul 6.1.

Se face o comparatie intre valoarea factorului de utilizare, determinată experimental, cu cea determinată din tabel, tragindu-se concluziile care se impun.

**Intrebari**

- In ce cazuri metoda factorului de utilizare nu poate fi folosita ?
-Cum influenteaza iluminatul natural, proiectarea ilumintului artificial ?
- Ce reprezinta planul util ?
- Exista o corespondenta intre inaltimea de suspendare si factorul mediu de reflexie al peretilor ?

# CAPITOL 7

# PROGRAMUL CALCULUX SUPRAFETE IN PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT

# LUCRAREA 7

# PROGRAMUL CALCULUX SUPRAFETE IN PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT

## 1. Scopul lucrării

Scopul lucrarii este initierea in utilizarea programului **Calculux Suprafeţe** (Philips), în vederea dimensionării sau verificării sistemelor de iluminat pentru terenuri sportive, parcări, suprafeţe utilizate în mod general, aplicaţii industriale şi de asemenea pentru calcularea iluminatului stradal.

## 2. Prezentarea programului Calculux Suprafeţe

### *2.1. Consideraţii generale*

Acest program este utilizat în proiectarea instalaţiilor de iluminat a suprafeţelor exterioare şi iluminat industrial, în vederea obţinerii soluţiei tehnice optime, solutie care să satisfacă din punct de vedere economic şi estetic.

Programul **Calculux Suprafeţe** nu poate sa analizeze în paralel mai multe variante de amplasament şi sa optimizeze soluţiile în funcţie de cerinţele calitative ale parametrilor luminotehnici, sau de valorile mărimilor care definesc geometria suprafeţei. Optimizarea o va face proiectantul, după realizarea unui număr mare

de variante.

Funcţie de suprafaţă şi încadrarea acesteia într-o anumită categorie de lucrări ce urmează a fi desfăşurate, încadrare care recomandă nivelul de iluminare, în cadrul programului se efectuează un calcul preliminar al numărului de aparate necesar pentru tipul de aparat ales. Studiul calitativ al parametrilor luminotehnici permite modificarea numărul de aparate, poziţia acestora în cadrul modalităţii de amplasare alese, înălţimea de suspendare a aparatelor de iluminat, sau unghiul de înclinare al acestora în cazul în care valorile mărimilor calculate nu sunt în conformitate cu normele prescrise.

În plus fata de iluminatul general ales pentru o anume configuraţie a suprafeţei, se pot adăuga aparate de iluminat individuale în vederea realizării unei iluminări locale după o configuraţie aleasă de proiectant, sau după o configuraţie prestabilită a programului.

Calculul iluminării se face pe suprafeţe de calcul rectangulare în orice plan. Ca exemplu, când un teren de fotbal este selectat, liniile exterioare ale câmpului sunt generate automat împreună cu o grilă de calcul care acoperă terenul şi cu un calcul al iluminării pe orizontală.

**Calculux Suprafeţe** oferă mai multe posibilităţi de calcul. Câteva dintre acestea sunt:

- iluminare orizontală;
- iluminare verticală in patru direcţii principale;
- iluminare în direcţia unui observator;
- iluminare semicilindrică sau semisferică;
- uniformitate pe planele verticale;
- iluminare stradală.

Modul de prezentare al rezultatelor in cadrul programului **Calculux Suprafeţe,** se face sub formă de tabele, grafice şi reprezentări spaţiale. De asemenea, se efectuează şi calculul economic privind investiţia anuală, costul aparatelor şi al lămpilor, energia, precum şi întreţinerea instalaţiei de iluminat .

Se pot salva şi stoca sub formă de fişiere rezultatele obtinute.

### *2.2. Meniurile principale ale programului Calculux Suprafeţe*

Figura 7.1 prezintă bara de meniuri a programului **Calculux Suprafeţe** şi cuprinde următoarele meniuri: **Fişier, Date, Calcul, Raport, Financiar, Vedere, Opţiuni, Fereastră şi Ajutor.** Câteva dintre acestea vor fii prezenta detaliat în ceea ce urmează.

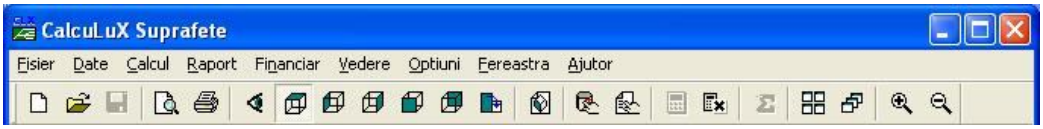



Figura 7.1. Bara de meniuri a programului **Calculux Suprafeţe.**

#### *2.2.1. Meniul **Fişier***

La fel ca şi celelalte meniuri intitulate "fişier" din sistemul de operare Windows, şi acesta permite deschiderea unui proiect (fişier) nou sau existent deja, închiderea, salvarea, tipărirea pe ecran sau la imprimantă a acestuia, precum şi aducerea sau trimiterea unui proiect către Autocad.

#### *2.2.2. Meniul **Date***

Acest meniu cuprinde următoarele opţiuni: **Informaţii proiect, Opţiuni Proiect, Zone de aplicaţie, Corpuri de iluminat, Corpuri de iluminat individuale, Aranjamente corpuri de iluminat, Grile, Grile neregulate, Moduri întrerupere, Observatori, Obstacole şi Desene.**

***a)*** **Informaţii Proiect.** După deschiderea unui proiect nou, meniul **Date** prin opţiunea **Informaţii Proiect** stochează date referitoare la numele proiectului, clientului şi companiei care a solicitat realizarea acestuia.

***b)*** **Opţiuni Proiect.** Selectând **Opţiuni Proiect,** se stabilesc unele cerinţe în vederea realizării calculelor, a salvării acestora, scările de lucru precum şi modalităţile de reprezentare grafică bi şi tridimensională. În figura 7.2 este prezentată fereastra cu privire la reprezentările bidimensionale.

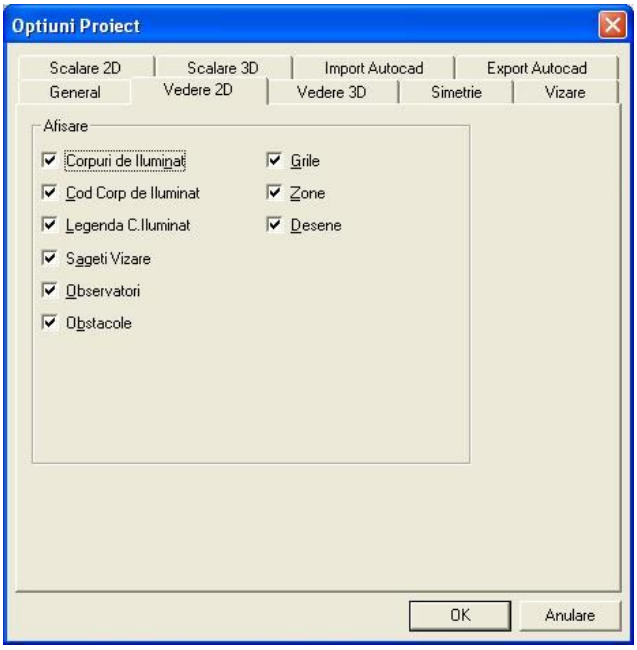



Figura 7.2. Fereastra **Opţiuni Proiect.**

***c)*** **Opţiunea Zone de Aplicaţie.** Această opţiune se utilizează

pentru iluminarea unei zone de interes în afara iluminatului general al suprafeţei, conferit de sistemul de iluminat selectat. Programul **Calculux Suprafeţe** permite alegerea unei suprafeţe cu destinaţie precisă, aleasă din fereastra de dialog a opţiunii **Zone de aplicaţie,** ca în figura 7.3.

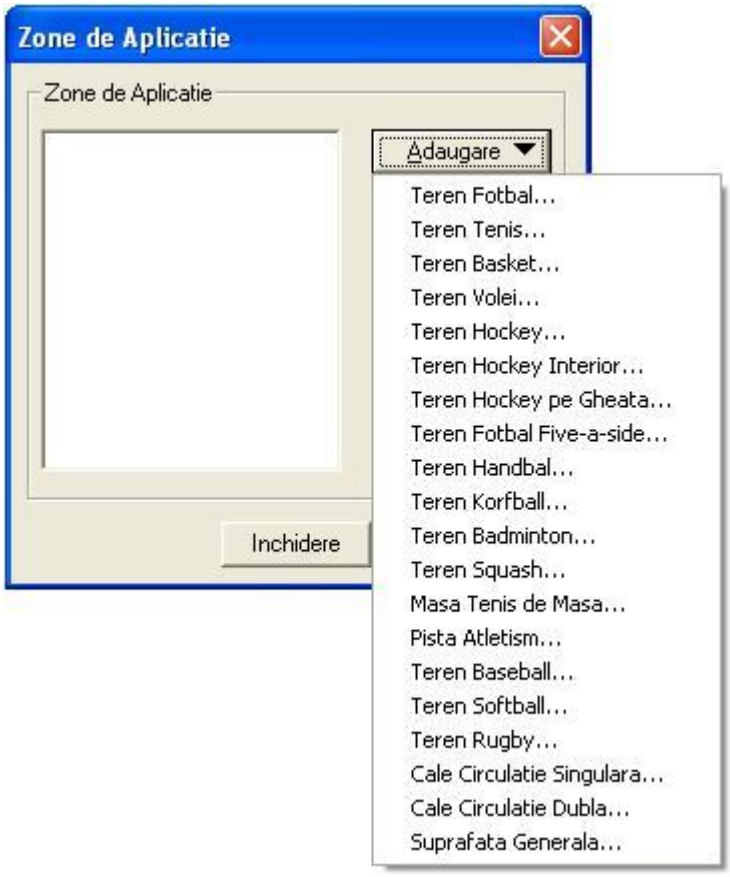



Figura 7.3. **Zonele de Aplicaţie** pentru sisteme de iluminat a unor suprafeţe.

Această opţiune permite alegerea unei suprafeţe oarecare de formă rectangulară, sau a unui teren de sport care are dimensiuni

prestabilite. Atât numele terenului ales cât şi dimensiunile acestuia pot fii modificate şi totodată se va stabili poziţia terenului pe cele trei axe, X, Z şi Z, aşa cum se poate observa în fereastra de dialog prezentată în figura 7.4.

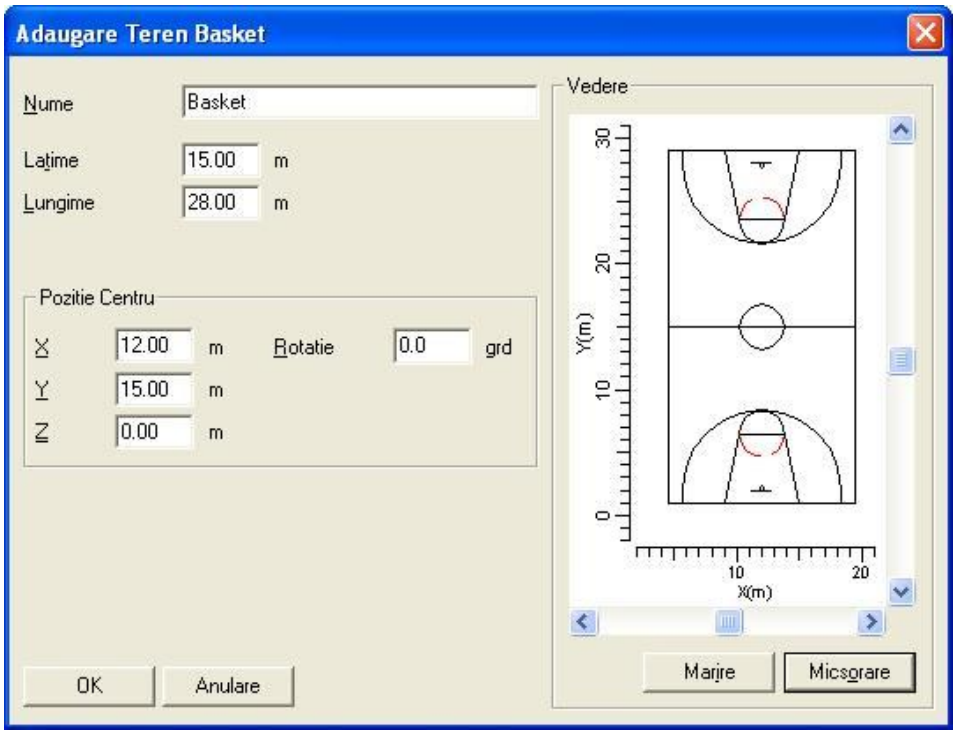
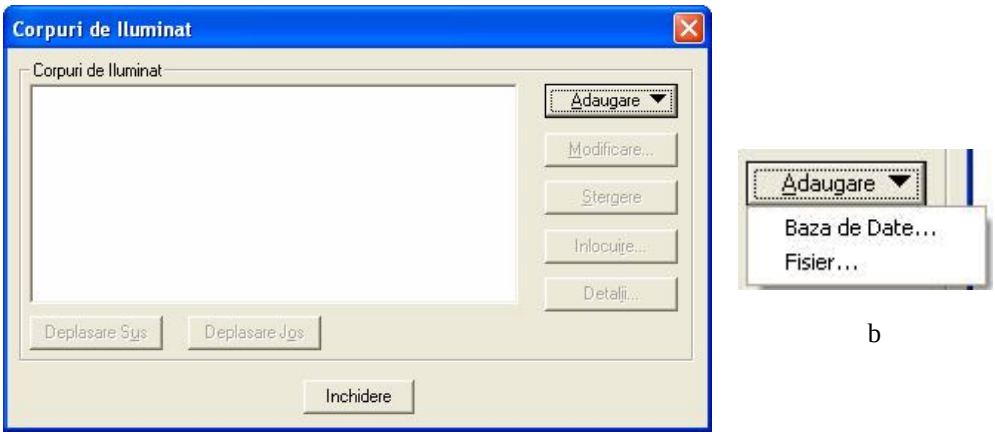



Figura 7.4. Stabilirea poziţiei terenului de sport în interiorul ncăperii

.

***d)*** **Corpuri de iluminat.** Opţiunea **Corpuri de iluminat** a meniului **Date,** permite deschiderea unei baze de date performante pentru alegerea aparatelor de iluminat, prin utilizarea ferestrei de dialog din figura 7.5.




a b

Figura 7.5. Alegerea aparatelor de iluminat: a - fereastra de dialog Corpuri de iluminat**;** b - buton pentru selecţia bazei de date.

Fereastra de dialog din figura 7.6 intitulată **Selectare Zonă de Aplicaţie,** permite stabilirea prealabilă a domeniului de aplicare a aparatelor de iluminat, în funcţie de destinaţia pentru care au fost fabricate. Prin deschiderea ferestrei de dialog prezentată în figura 7.7 se oferă proiectantului posibilitatea alegerii aparatului de iluminat, înlocuirea acestuia la nevoie, adăugarea altor tipuri de aparate de iluminat, precum şi vizualizarea detaliilor legate de acestea.

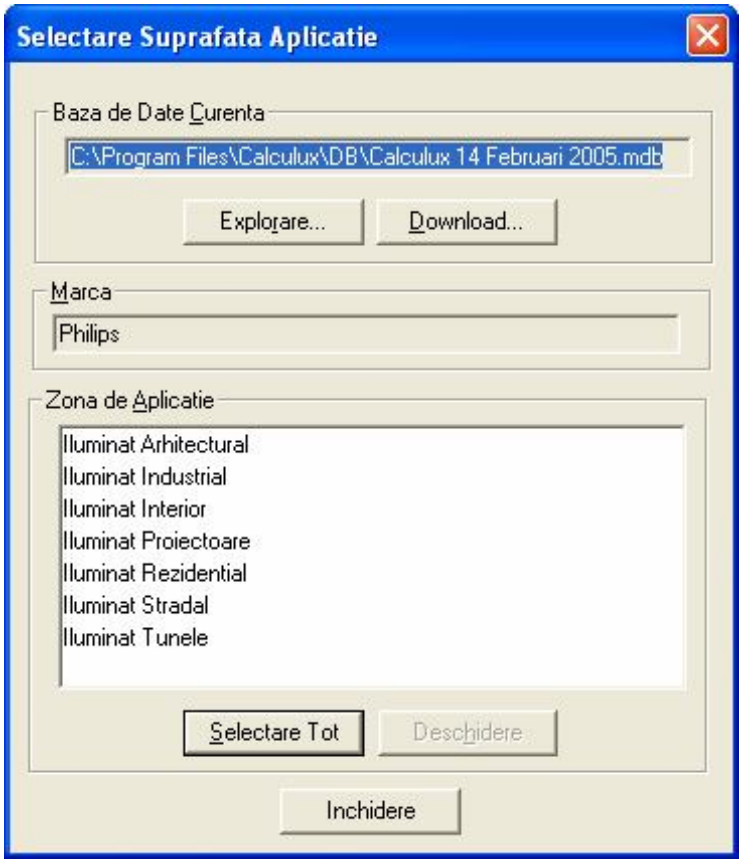



Figura 7.6. Selectarea zonei de aplicaţie.

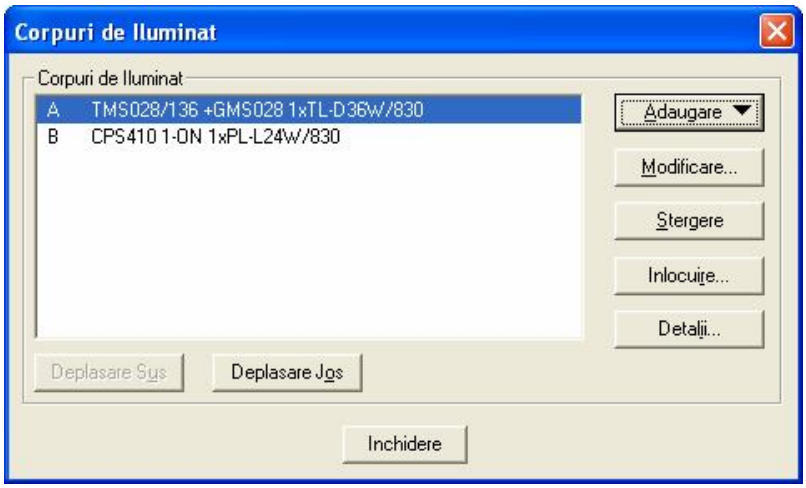



Figura 7.7. Operaţii asupra aparatelor de iluminat.

Tipul propriu-zis al aparatului de iluminat pentru o aplicaţie specifică, poate fi selectat din fereastra de dialog **Adăugare Corpuri de Iluminat** prezentată în figura 6.8, unde se stabilesc tipul carcasei, tipul reflectorului, numărul de lămpi cu care este echipat aparatul de iluminat, temperatura de culoare a lămpii precum şi tipul balastului utilizat pentru amorsarea lămpii.

Detaliile legate de aparatele de iluminat selectate, se pun în evidenţă apăsând butonul **Detalii,** care deschide ferestre de dialog ca şi cele din figurile 7.9 şi 7.10, intitulate **Detalii Corp de Iluminat.** Aici sunt oferite informaţii generale cu privire la aparatul de iluminat, carcasă, reflector, lampă, factorii de menţinere a aparatului şi lămpii, tensiunea de alimentare, fluxul lămpii ca în figura 7.9. Informaţii cu privire la dimensiunile geometrice sunt prezentate în fereastra din figura 7.10.

De asemenea, se pot vizualiza şi informaţii cu privire la parametrii calitativi.

Distribuţia fluxului luminos poate fi vizualizată la dorinţa utilizatorului în coordonate polare, figura 7.11,a sau carteziene, figura 7.11,b. Distribuţia curbelor de egală intensitate luminoasă este prezentată în figura 7.11,c.

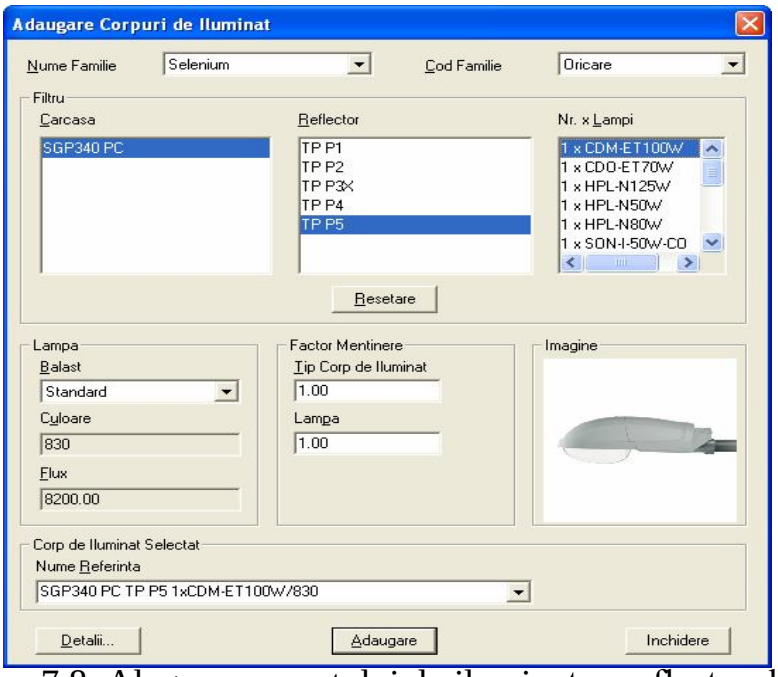



Figura 7.8. Alegerea aparatului de iluminat, a reflectorului şi a lămpii cu care este echipat acesta.

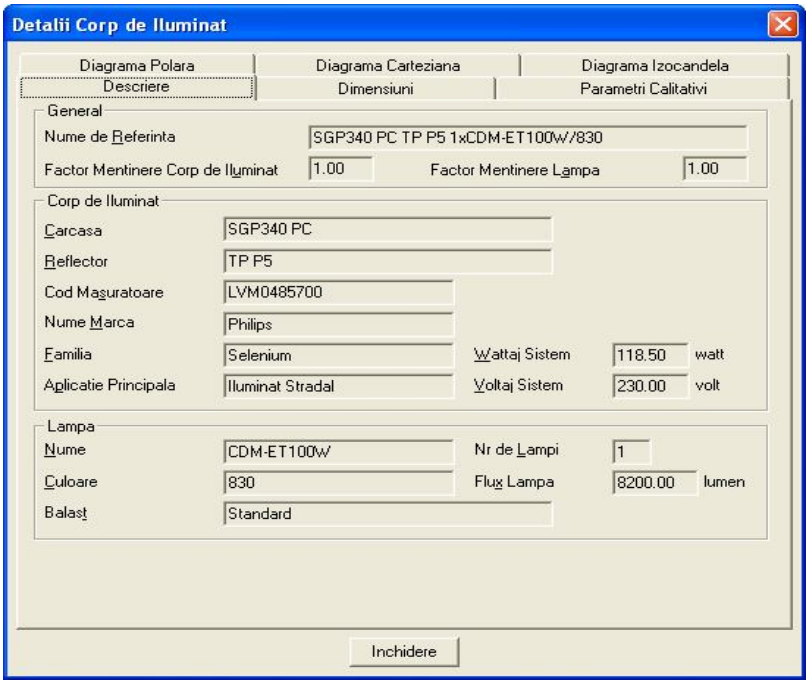



Figura 7.9. Fereastră de dialog pentru **Detalii Corp de Iluminat** – descriere.

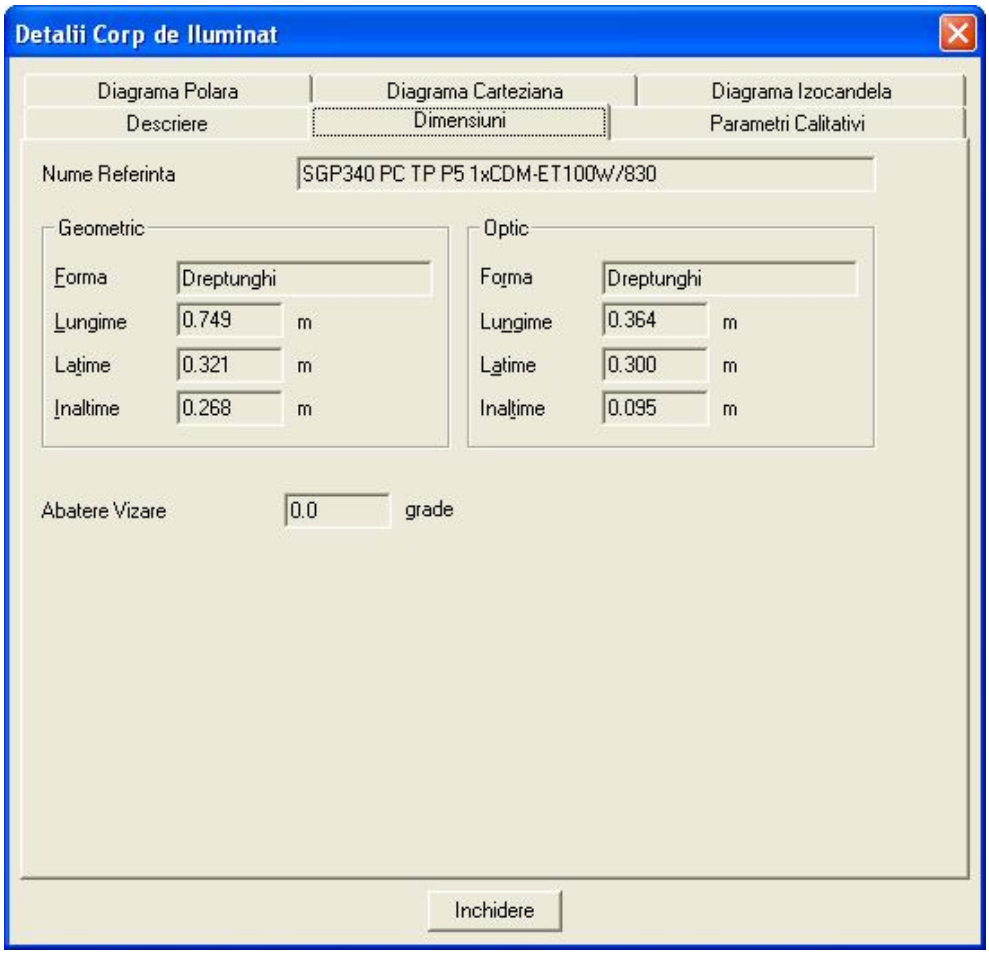
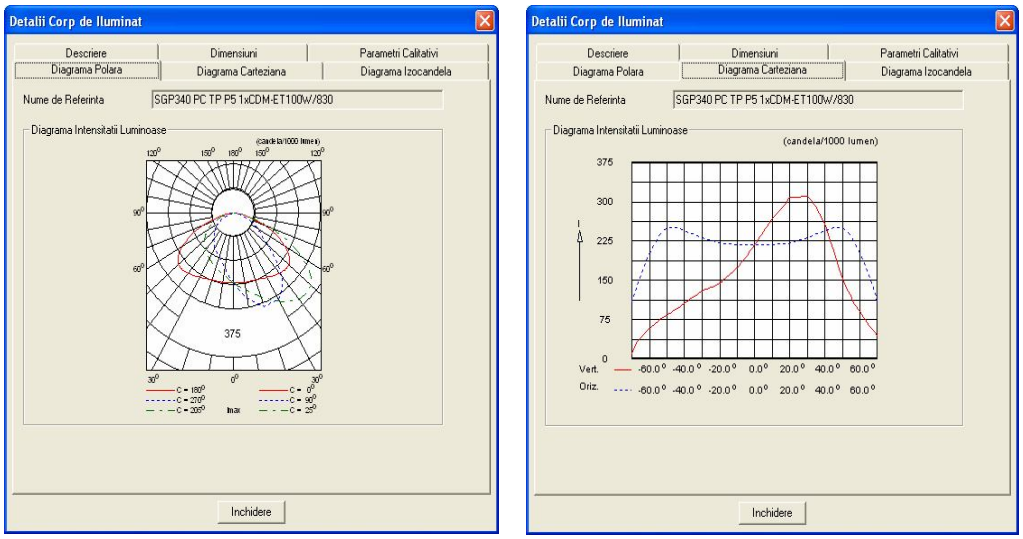



Figura 7.10. Fereastră de dialog pentru **Detalii Corp de Iluminat** – dimensiuni geometrice.



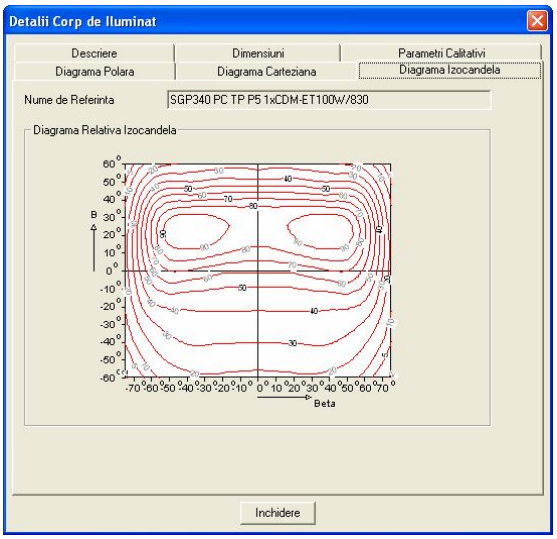




Figura 7.11. Distribuţia fluxului luminos al aparatului de iluminat: a - coordonate polare; b - coordonate carteziene; c - curbe de egală intensitate luminoasă.

***e)*** **Corpuri de Iluminat Individuale.** În cazul în care se doreşte realizarea unui iluminat local în afară de iluminatul general,

conferit de sistemul de iluminat ales, se apelează opţiunea **Corpuri de Iluminat Individuale,** prin fereastra de dialog din figura 7.12.

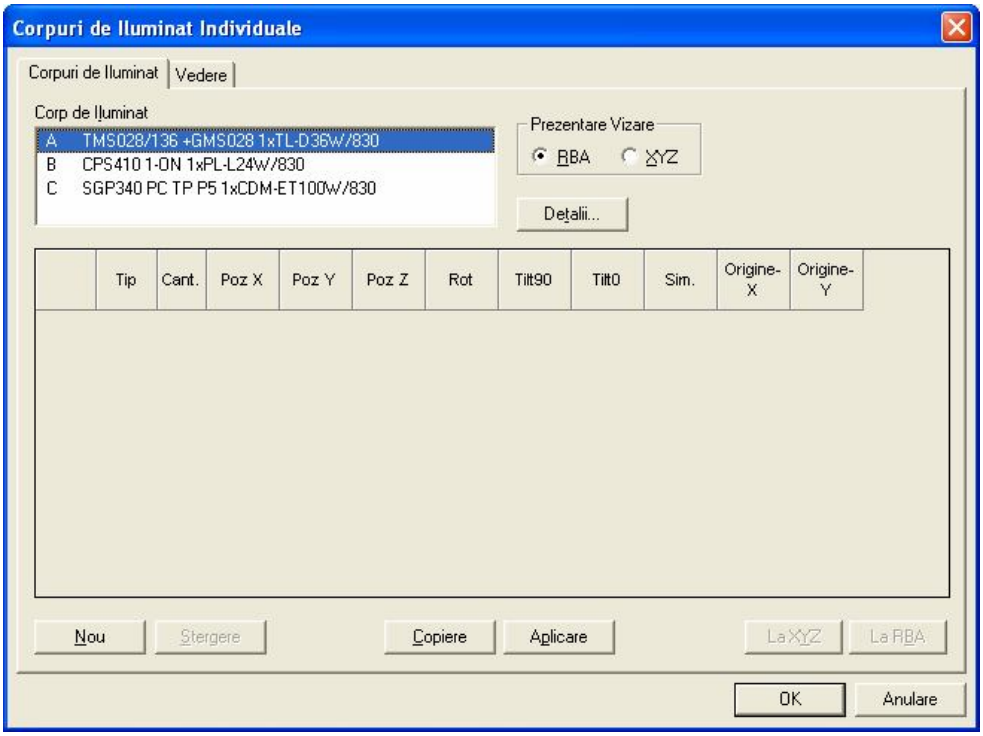



Figura 7.12. Fereastra de dialog a opţiunii **Corpuri de iluminat individuale.**

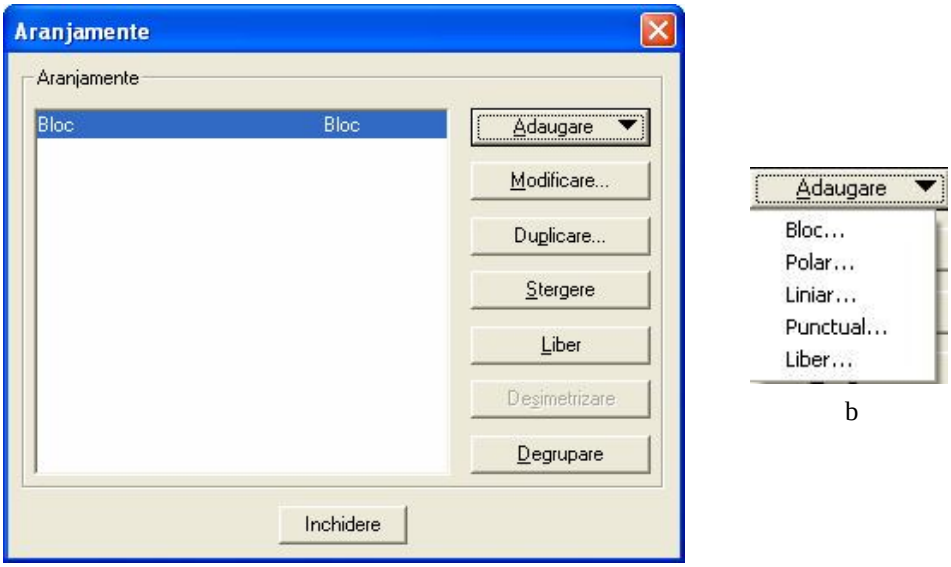
***f)*** **Aranjamente Corpuri de Iluminat.** Modalitatea de amplasare a aparatelor de iluminat pe o suprafaţă se face prin apelarea opţiunii **Aranjamente Corpuri de Iluminat,** prin care se deschide fereastra din figura 7.13,a. În cadrul acesteia se poate opta pentru diferite modalităţi de amplasare cum ar fi bloc, polar, liniar, punctual sau liber aşa cum este prezentat în lista rulantă din figura 7.13,b.

Pentru a definii un aranjament de tip bloc, trebuie setaţi următorii parametrii:

- numele aranjamentului;
- poziţia aranjamentului;
- orientarea aranjamentului;
- numărul corpurilor de iluminat in direcţia AB şi AC;
- spaţiile dintre corpurile de iluminat, în metrii, în direcţia AB şi AC;

Pentru a simplifica definirea aranjamentului de tip bloc, trebuie mai întâi definit unul fără orientare, iar abia pe urmă aplicarea asupra acestuia a unei rotaţii sau înclinaţii.

Aranjamentul liber este unul mai special unde numărul corpurilor de iluminat şi poziţia acestora nu sunt date de o regulă de aranjament, trebuind specificat doar numele aranjamentului.




a b

Figura 7.13. Opţiunea **Aranjamente Corpuri de Iluminat:** a - fereastra de dialog; b - lista rulantă.

Fereastra din figura 6.14 deschisă pentru opţiunea **"bloc",**

pune în evidenţă modalitatea de amplasare în plan a aparatului de iluminat, dispunerea lui după direcţia axelor de coordonate OX respectiv OY şi înălţimea de montare după direcţia axei OZ. Se pune în evidenţă şi orientarea sub diferite unghiuri ale aparatelor de iluminat.

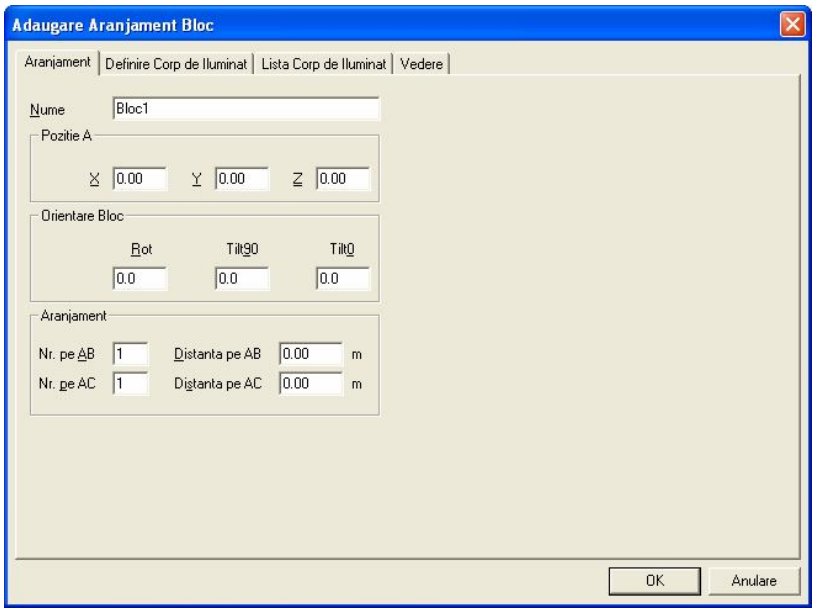



Figura 7.14. Submeniul **Aranjamente Corpuri de Iluminat.**

***g)*** **Opţiunea Grile.** Grila de lucru în punctele căreia se vor efectua calculele, se ataşează unei zone de interes care poate fi în orice plan, orizontal, vertical sau înclinat. O grilă este definită prin specificarea coordonatelor X, Y şi Z a celor trei colţuri de referinţă A, B şi C. Cel de-al patrulea colţ este calculat automat datorită faptului că grila este rectangulară. Totodată, la definirea grilei, trebuie ţinut cont de faptul că vectorii AB şi AC nu pot să fie zero şi trebuie să fie perpendiculari, iar colţurile de referinţă nu pot fii pe prima linie. Figura 7.15 prezintă fereastra de dialog prin care se

definesc poziţiile punctelor grilei de lucru, care se ataşează zonei de interes, fereastră care se deschide prin selecţia opţiunii **Grile** a meniului **Date.**

În urma stabilirii modalităţii de amplasare a aparatelor de iluminat şi a configurării grilei de calcul, în figura 7.16 se prezintă ecrane cu vederea de sus a suprafeţei, pentru modalitatea de amplasare a aparatelor de iluminat denumită **"bloc".**

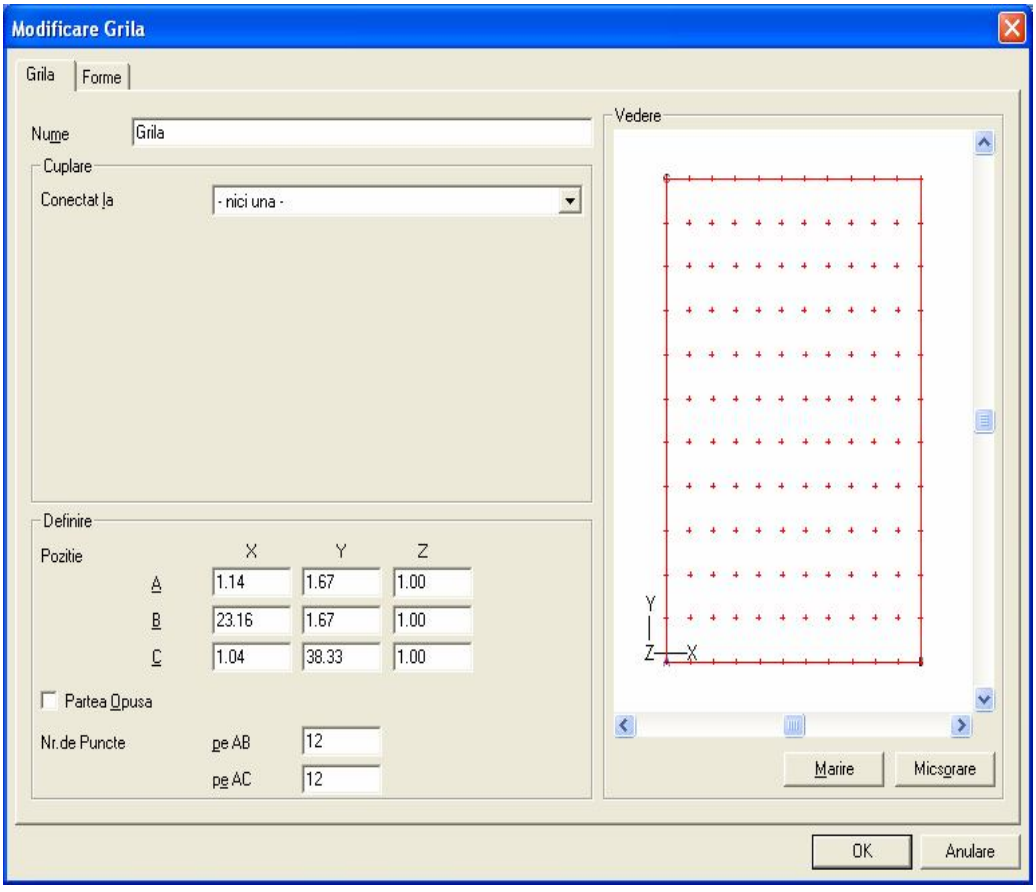



Figura 7.15. Configurarea grilei de lucru.

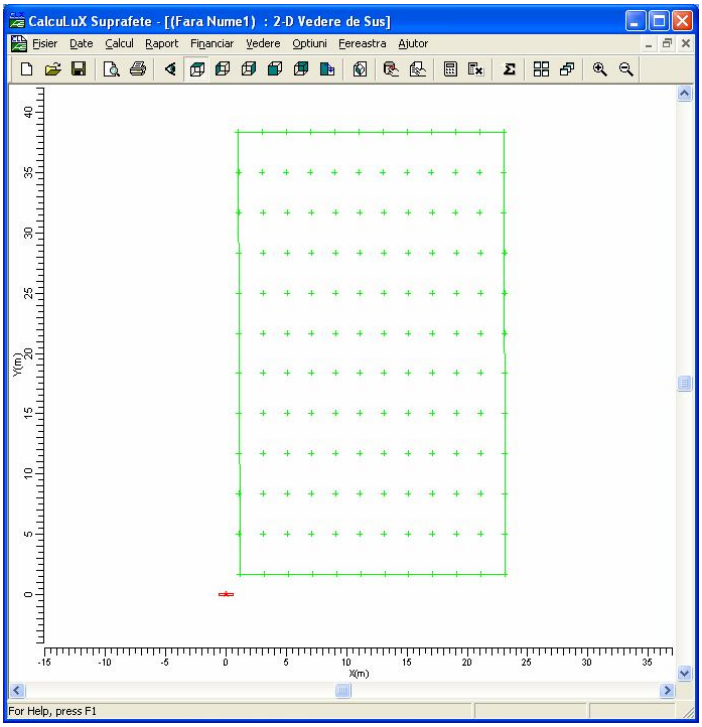

CalcuLuX Suprafete - [(Fara Nume1) : 2-D Vedere de Sus]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
Y(m)
X(m)
For Help, press F1

Figura 7.17. Ecrane care prezintă amplasarea aparatelor de iluminat şi a grilei de lucru – amplasare în plan (vedere de sus).

***h)* Grile neregulate.** La fel ca şi opţiunea „grilă" şi aceasta se defineşte prin coordonatele X, Y şi Z, iar punctele grilei şi numărul acestora pot fi alese de utilizator.

***i)* Moduri de întrerupere.** Această opţiune conferă posibilitatea întreruperii alimentării cu energie electrică a unui grup de aparate de iluminat în cazul în care nu se cere un nivel ridicat al iluminării încăperii. în acest fel se realizează şi o economie de

energie electrică.

***j)* Opţiunea Observatori**. La alegerea observatorilor, următoarele opţiuni se pot selecta: definirea unui nou observator sau ştergere unui observator selectat.

***k)* Obstacole.** Prin selectarea opţiunii „obstacole” din meniul date se va deschide fereastra de dialog de unde se poate adăuga o formă de bază cum ar fii: un paralelipiped, poliedru, stâlp sau jumătate stâlp (figura 7.18).

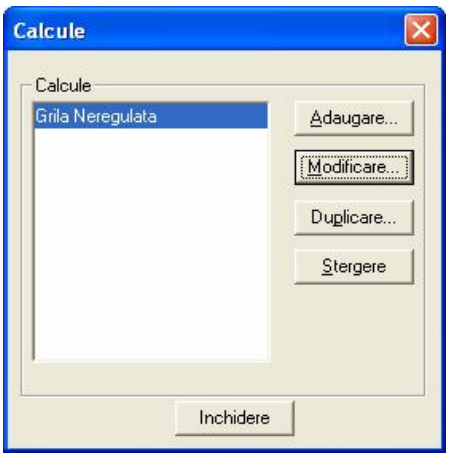
Figura 7.18. Opţiunea **Obstacole:**
- fereastra de dialog; - lista rulantă.

***l)* Desene.** Prin apelarea opţiunii **Desene,** se pot adăuga suprafeţe desenate având forme geometrice predefinite, cum ar fi dreptunghiuri, cercuri, arce de cerc, etc.

*2.2.3. Meniul **Calcul***

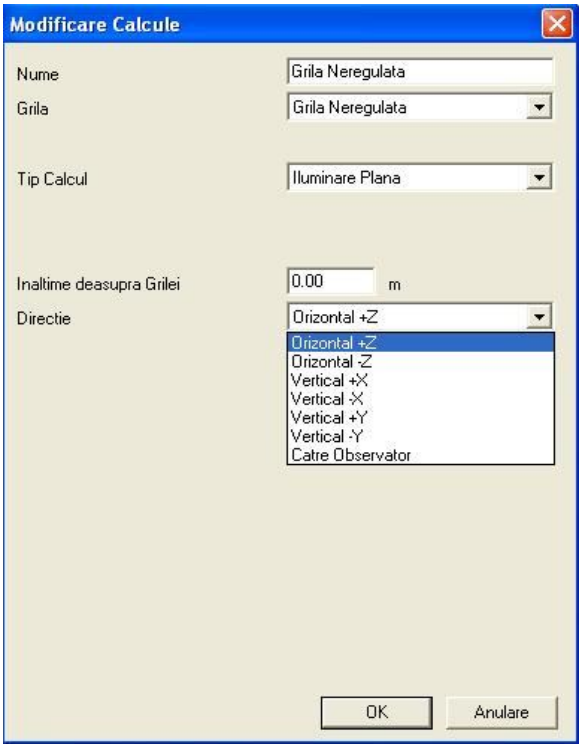
În cadrul acestui meniu se efectuează calculele cerute către utilizator în vederea obţinerii soluţiei sistemului de iluminat, pe baza datelor iniţiale introduse în ferestrele de dialog care au fost completate anterior. Acesta cuprinde următoarele opţiuni: **Definire, Prezentare, Afişare Rezultate, Parametrii Calitativi, Lumină Interferată.**

***a)* Opţiunea Definire.** Calculele se efectuează în planul grilei de lucru care a fost configurată în prealabil, luând în considerare iluminarea orizontală ca mărime principală în proiectare. În figurile 7.19,a şi 7.19,b se prezintă fereastra care se apelează prin opţiunea **Definire,** respectiv fereastra de dialog care permite modificarea poziţiei grilei în alt plan decât cel configurat anterior, în raport cu sistemul de axe de coordonate.




a

a




b

Figura 7.19. Ferestre de dialog corespunzătoare opţiunii **Definire** a meniului **Calcule:**
a - definirea grilei pentru efectuarea calculelor; b - modificarea poziţiei grilei în raport cu axele de coordonate.

***b)*** **Prezentare Calcule.** Fereastra din figura 7.20 permite stabilirea modalităţilor de prezentare a calculelor efectuate. Acestea includ valorile numerice ale iluminărilor calculate şi pot fi organizate într-un tabel, sau pot fi prezentate în punctele grilei ataşate direct planului care a fost definit ca zonă de interes. Distribuţia iluminărilor se face sub forma curbelor de egală iluminare numite curbe izolux, precum şi sub forma suprafeţelor de egală iluminare, suprafeţe care beneficiază de o redare grafică color. Pentru o reprezentare sugestivă, distribuţia iluminărilor se face şi sub forma unei diagrame tridimensionale.

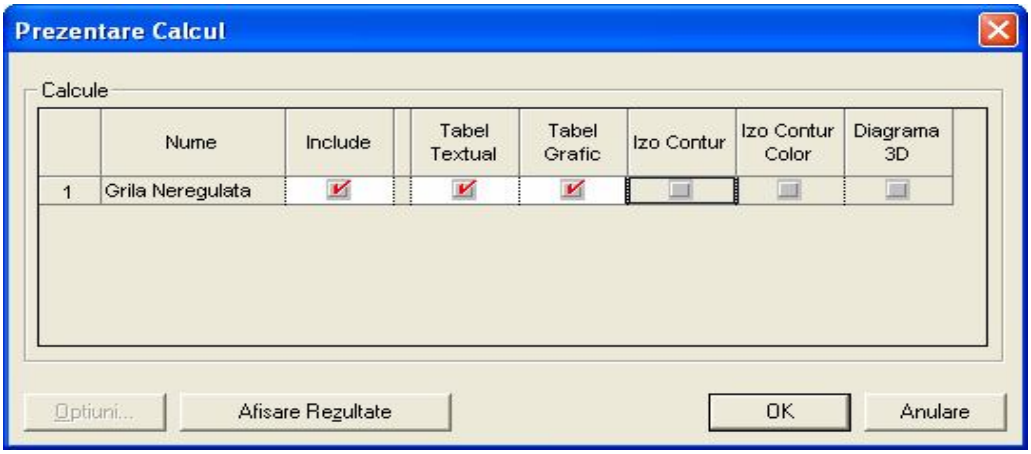
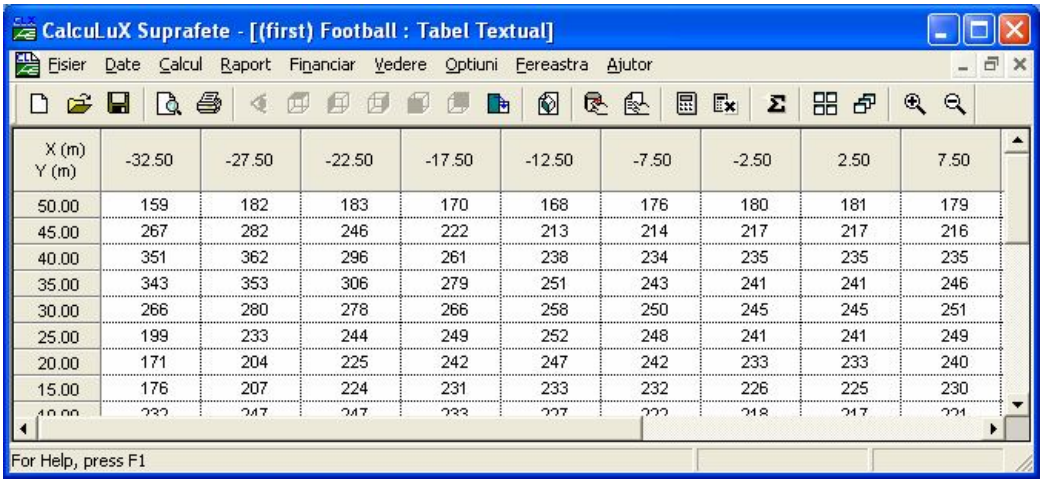



Figura 7.20. Selecţia prezentării mărimilor calculate.

***c)* Afişare Rezultate.** Această opţiune se apelează din lista de opţiuni a meniului **Calcul,** sau tastând butonul **Afişare Rezultate** (figura 7.20). În urma acestei opţiuni se deschid ferestrele de prezentare a rezultatelor, aşa cum au fost descrise în paragraful anterior. Forma de prezentare a acestora este aceea a ferestrelor suprapuse (în cascadă) sau a ferestrelor alăturate. După vizualizarea lor, acestea se închid rând pe rând.

În figurile următoare se prezintă rezultatele pentru amplasarea aparatelor de iluminat pe un teren de fotbal.

Figura 7.21 prezintă valorile numerice ale iluminărilor, calculate în punctele grilei de lucru, sub formă tabelară, în fereastra denumită **Tabel Textual.**


CalcuLuX Suprafete - [(first) Football : Tabel Textual]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
For Help, press F1

| X (m) Y (m) | -32.50 | -27.50 | -22.50 | -17.50 | -12.50 | -7.50 | -2.50 | 2.50 | 7.50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50.00 | 159 | 182 | 183 | 170 | 168 | 176 | 180 | 181 | 179 |
| 45.00 | 267 | 282 | 246 | 222 | 213 | 214 | 217 | 217 | 216 |
| 40.00 | 351 | 362 | 296 | 261 | 238 | 234 | 235 | 235 | 235 |
| 35.00 | 343 | 353 | 306 | 279 | 251 | 243 | 241 | 241 | 246 |
| 30.00 | 266 | 280 | 278 | 266 | 258 | 250 | 245 | 245 | 251 |
| 25.00 | 199 | 233 | 244 | 249 | 252 | 248 | 241 | 241 | 249 |
| 20.00 | 171 | 204 | 225 | 242 | 247 | 242 | 233 | 233 | 240 |
| 15.00 | 176 | 207 | 224 | 231 | 233 | 232 | 226 | 225 | 230 |

Figura 7.21. **Tabelul Textual** care sintetizează valorile numerice, calculate ale iluminărilor.

Valorile numerice ale iluminărilor sunt prezentate totodată şi în fiecare punct al grilei de calcul. Fereastra denumită **Tabel Grafic** este prezentată în figura 7.22.

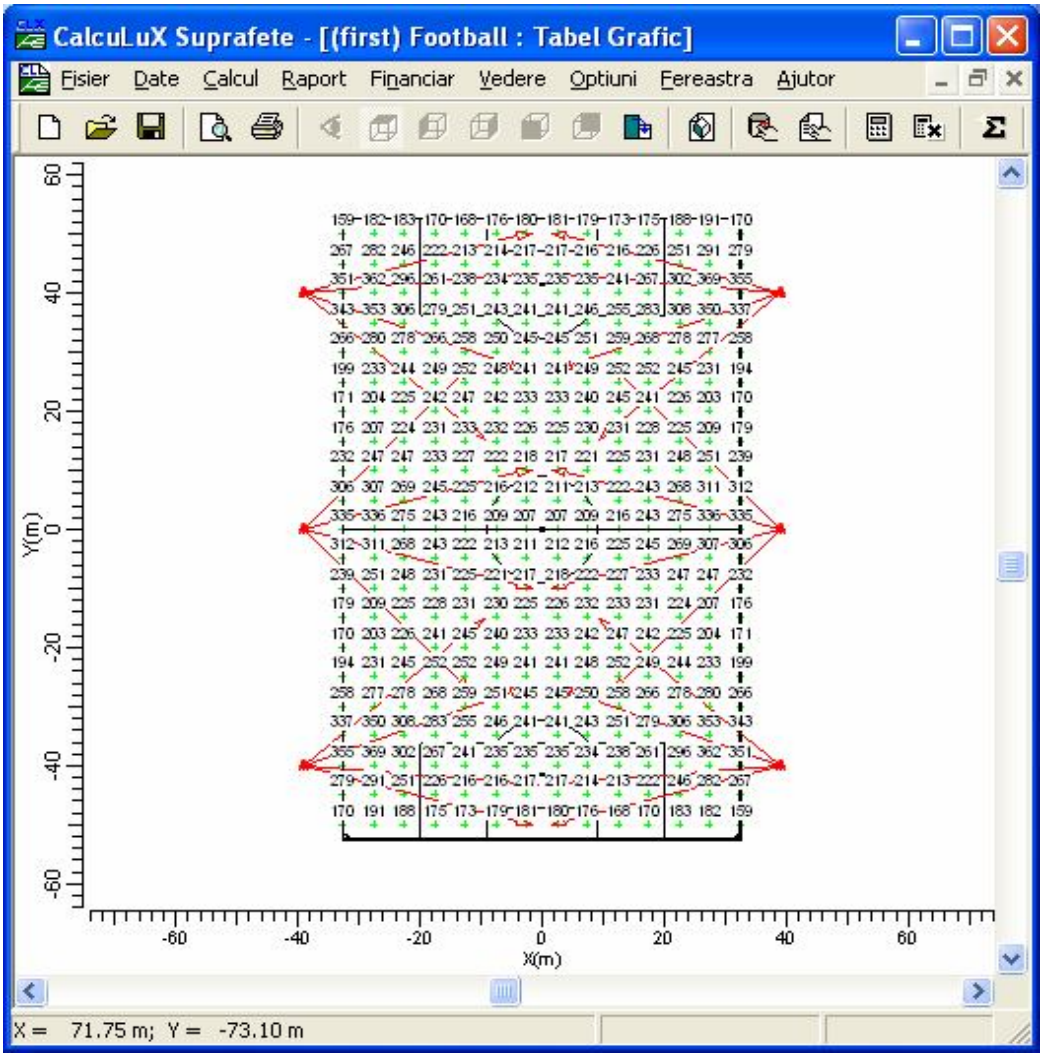

CalcuLuX Suprafete - [(first) Football : Tabel Grafic]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
Y(m)
X(m)
-60 -40 -20 0 20 40 60
X = 71.75 m; Y = -73.10 m

Figura 7.22. **Tabel Grafic.**

Curbele de egală iluminare denumite şi curbe izolux, sunt prezentate în fereastra din figura 7.23,a denumită **Izo Contur.** Pe fiecare curbă este specificată valoarea iluminării corespunzătoare.

O modalitate mai sugestivă de reprezentare a distribuţiei iluminărilor se realizează cu ajutorul suprafeţelor de egală iluminare realizate într-o manieră grafică color, aşa cum se poate observa în fereastra din figura 7.23,b.

În cadrul acestei ferestre, numite **Izo Contur Color,** se poate observa o legendă color care evidenţiază valorile numerice ale iluminărilor prin benzi colorate.

Fereastra din figura 7.24 oferă o imagine spaţială a distribuţiei iluminărilor într-un sistem de axe tridimensional.

Această fereastră poartă numele de **Diagrama 3D.**

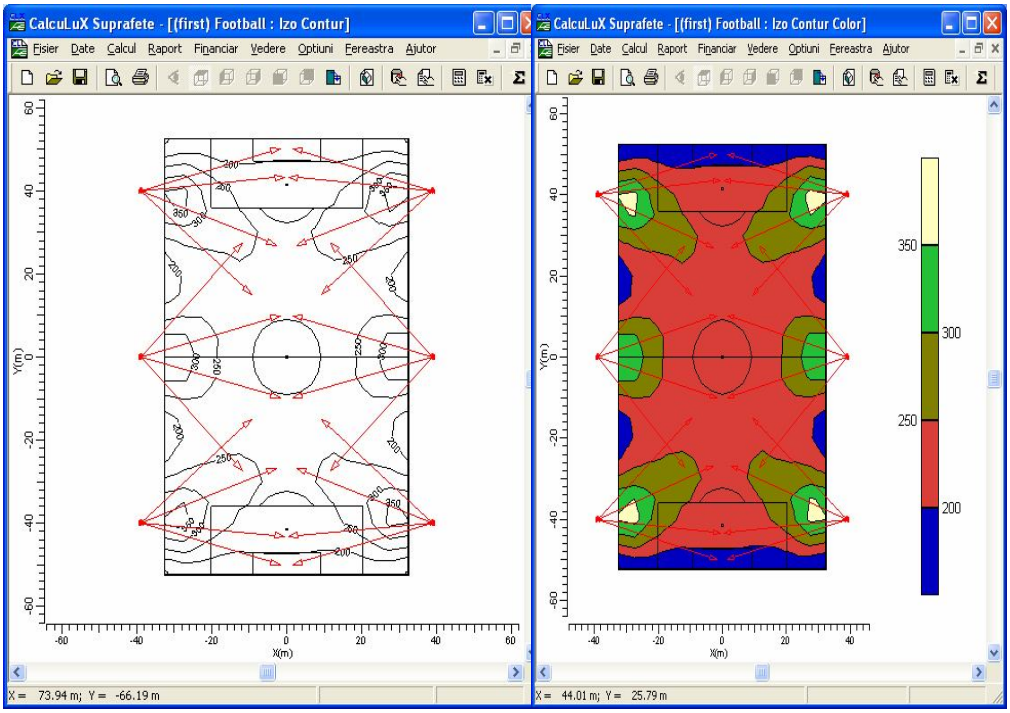

CalcuLuX Suprafete - [(first) Football : Izo Contur]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
X = 73.94 m; Y = -66.19 m
CalcuLuX Suprafete - [(first) Football : Izo Contur Color]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
X = 44.01 m; Y = 25.79 m
350
300
250
200

Figura 7.23. Distribuţia iluminării:
a - **Izo Contur** (curbe izolux); b - **Izo Contur Color.**

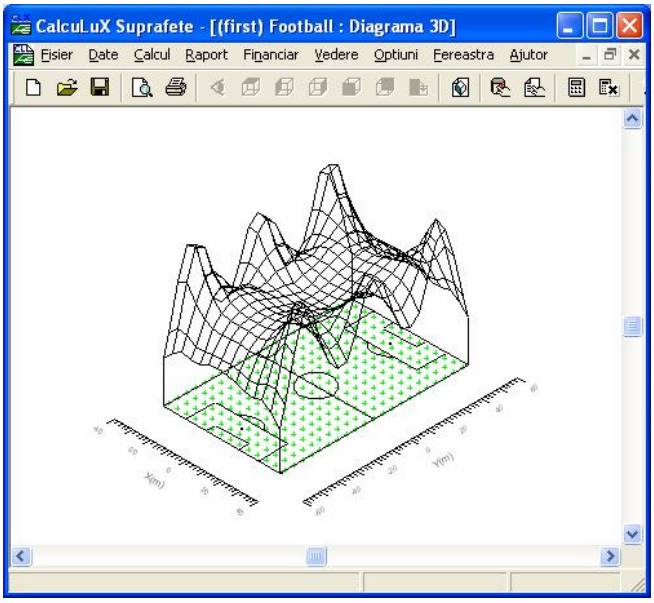



Figura 7.24. **Diagrama 3D.**

***d)*** **Opţiunea Parametrii Calitativi.** În afară de formele de prezentare expuse mai sus, rezultatele calculelor se pot prezenta sintetic ca şi în fereastra din figura 7.25 prin apelarea opţiunii **Parametrii Calitativi.** Aici se prezintă valorile minimă, medie şi maximă a iluminării, precum şi coeficienţii de uniformitate pe planul de lucru.

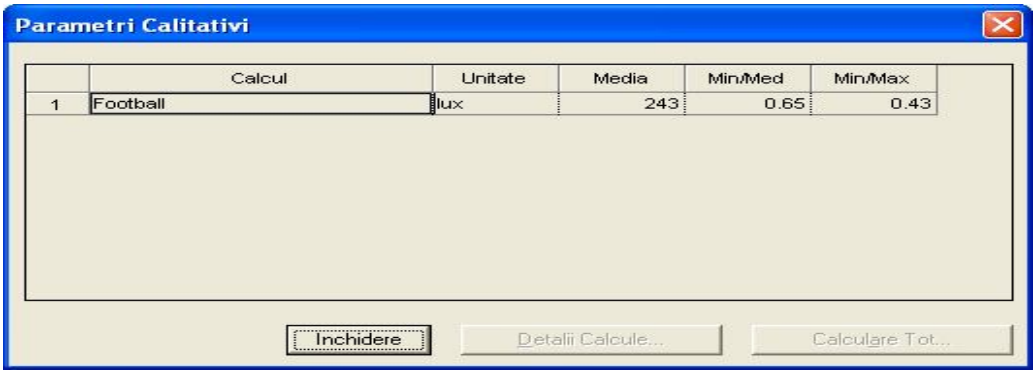



Figura 7.25. Vizualizarea **Parametrilor Calitativi.**

***e)* Opţiunea Lumină Interferată.** Cu această opţiune se poate calcula intensitatea maximă în cazul în care un observator este prezent şi redă corpurile de iluminat aflate în conflict. Aceste valori sunt prezentate sintetic în fereastra din figura 7.26.

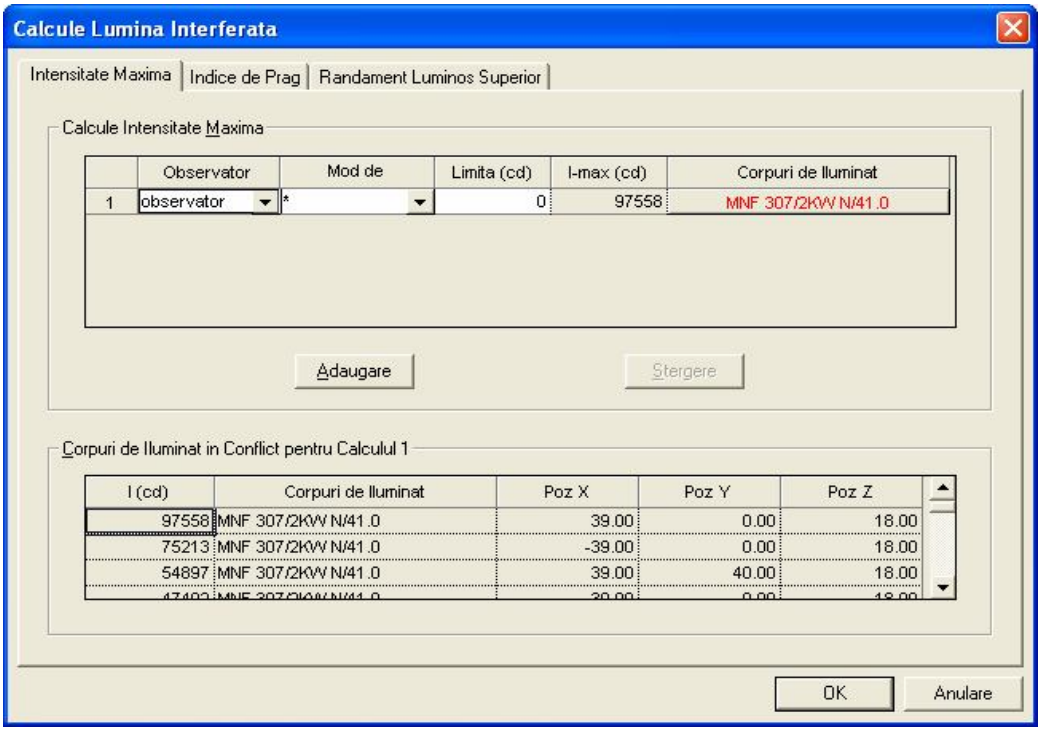



Figura 7.26. Valorile numerice ale intensităţii maxime.

### *2.2.4. Meniul* ***Raport***

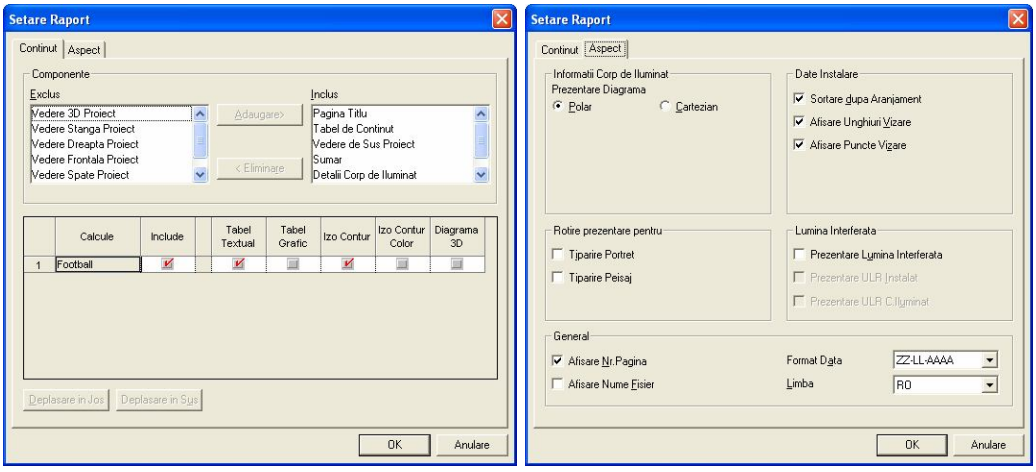
În vederea stocării rezultatelor sub formă scrisă sau a elaborării unor rapoarte scrise, se face uz de meniul **Raport,** care are următoarele opţiuni: **Setare, Tipărire Raport, Tipărire Ecran, Setare Tipărire.**

***a)* Setare.** Opţiunea **Setare** are două ferestre de dialog,

denumite **Conţinut** respectiv **Aspect**, prezentate în figura 7.27.

Prima fereastră permite selecţia paginilor care să fie incluse în raport din cele pe care programul **Calculux Suprafeţe** le realizează implicit. Acestea sunt: **Pagina Titlu, Tabel de Conţinut** - care este de fapt cuprinsul raportului, **Vedere de Sus Proiect, Sumar, Detalii Corp de Iluminat şi Date Instalare.** Alături de elaborarea acestor pagini de rapoarte, pot include reprezentările grafice care au fost prezentate detaliat la opţiuni **Prezentare** şi **Afişare Calcule,** şi anume: **Tabel Textual, Tabel Graf Izo Contur, Izo Contur Color, Diagrama 3D.**

În cea de a doua fereastră se stabilesc aspecte legate de informaţii referitoare la aparatele de iluminat, la parametrii de amplasare ai sistemului de iluminat şi aspectele generale legate de modalităţile de tipărire.




a b

Figura 7.27. Ferestrele de dialog ale opţiunii **Setare Raport:** a - **Conţinut;** b - **Aspect.**

***b)*** **Tipărire Raport.** Această opţiune permite tipărirea

paginilor care au fost selectate în acest sens.

***c)* Tipărire Ecran.** Înainte de a le tipări, paginile selecţionate pot fi vizualizate pe ecran cu ajutorul opţiunii **Tipărire Ecran.**

***d)* Setare Tipărire.** Această opţiune permite selectarea imprimantei şi a tuturor celorlalte atribute legate de această acţiune, ca şi în toate celelalte programe care lucrează sub sistemul de operare Windows.

*2.2.5. Meniul **Financiar***

Acest meniu apelează o singură fereastră denumită **Calcule de Cost** prezentată în figura 7.28, în care se stabilesc costurile unui kWh, a unui aparat de iluminat şi a unei lămpi; se stabilesc costurile de instalare şi de întreţinere a sistemului de iluminat, precum şi frecvenţa cu care se schimbă lămpile.

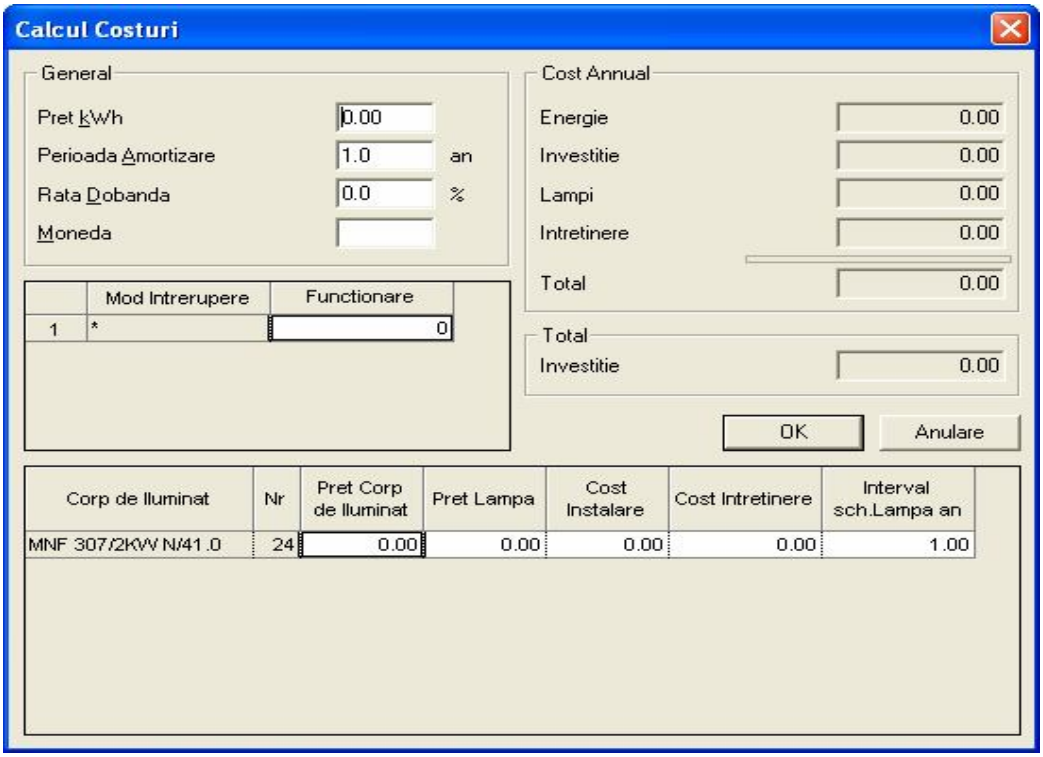



Figura 7.28. Stabilirea mărimilor în vederea calculului de costuri.

## 3. Desfasurarea lucrării

### *3.1. Configurarea suprafeţei*

Se selectează opţiunea **Proiect Nou** din meniul **Fişier .**

Se selectează submeniul **Zone de Aplicaţie** din meniul **Data,** deschizându-se fereastra de dialog **Zone de Aplicaţie** (figura 7.3), iar de la butonul adăugare se alege o cale de circulaţie singulară. Aici se completează câmpurile corespunzătoare dimensiunilor geometrice ale suprafeţei şi se stabileşte numărul de benzi.

### *3.2. Alegerea tipurilor de aparate de iluminat.*

Alegerea aparatelor de iluminat se face prin apelarea ferestrelor de dialog prezentate în figurile 7.7, 7.8.

Se selectează opţiunea **Corpuri de Iluminat** din meniul **Date.** În fereastra din figura 7.7, se tastează butonul **Adăugare** optându-se pentru alegerea aparatelor de iluminat din baza de date a firmei Philips, după care în fereastra din figura 7.6 se selectează aparatele de iluminat corespunzătoare **Iluminatului Stradal** şi **Iluminatului Rezidenţial.** În fereastra din figura 7.8, din câmpul intitulat **Nume Familie,** se alege familia dorită din lista rulantă prezentată în figura 7.29.

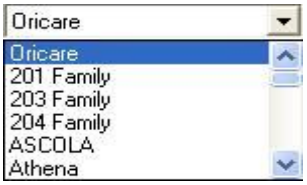



Figura 7.29. Familii de aparate de iluminat

din baza de date Philips.

După selectarea familiei, din câmpul intitulat **Carcasă** se alege aparatul de iluminat dorit, prin apăsarea butonului din stânga mouse-ului. La fel se procedează cu selecţia tipului de reflector şi a tipului de sursă lumină (Anexa 3).

Odată ce alegerea este făcută, pentru luarea ei în considerare se va apăsa butonul **Adăugare** (figura 7.8).

Pentru alegerea mai multor tipuri de aparate de iluminat se apasă butonul **Resetare** (figura 7.8), procedându-se în mod identic.

Aparatele selectate pentru a fi utilizate în proiect se pot vizualiza în fereastra de tipul celei prezentate în figura 7.7.

Dacă se doreşte studierea caracteristicilor aparatelor de iluminat se va apăsa pe butonul **Detalii** (figura 7.8), acestea vizualizându-se în ferestrele prezentate în figurile 7.9, 7.10, 7.11.

Pentru revenirea la vederea principală a programului, se apasă pe butonul **închidere** al tuturor ferestrelor deschise.

### *3.3. Alegerea modalităţii de amplasare a aparatelor de iluminat*

Din meniul **Date** se selectează opţiunea **Aranjamente Corpuri de Iluminat;** se deschide fereastra de dialog prezentată în figura 7.13,a iar din lista rulantă din figura 7.13,b se va alege modalitatea de amplasare dorită.

În continuare se detaliază modalitatea de amplasare **"Liniar".**

Selectând această opţiune din lista prezentată în figura 7.13, b, se deschide fereastra de dialog din figura 7.30.

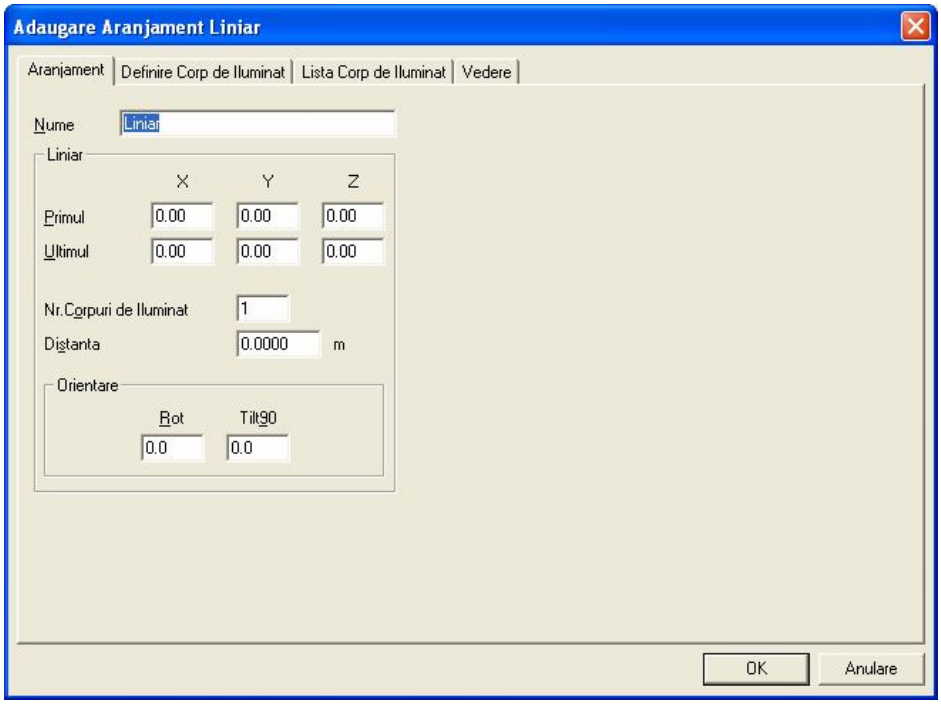



Figura 7.30. Fereastra de dialog a selecţiei **Aranjament Liniar.**

În caseta *Liniar* se vor introduce în câmpurile *Primul* şi *Ultimul* poziţionarea corpurilor de iluminat în funcţie de cele trei axe de coordonate X, Y, Z, iar în câmpurile *Nr. Corpuri Iluminat* şi *Distanţă* se va introduce numărul aparatelor de iluminat necesare iluminării respectiv distanţa dintre acestea. Distanţa va fi generată automat în cazul în care se alege poziţia primului şi a ultimului corp de iluminat şi numărul acestora. Se apasă butonul **"OK"** în vederea realizării amplasamentului dorit al aparatelor de iluminat. Pentru început, corpurile de iluminat se vor poziţiona pe partea stângă a drumului, după care pe partea dreaptă a acestuia prin adăugarea unui nou aranjament liniar din lista de redare de la butonul **Adăugare**. Se

vor urma aceeaşi paşi ca şi în cazul amplasării pe partea stângă a drumului, păstrându-se numărul de corpuri şi modificându-se doar poziţionarea acestora pe axele de coordonate X şi Y.

În cadrul acestei ferestre (figura 7.30), în câmpul denumit **Vedere** se poate vizualiza poziţionarea corpurilor de iluminat de-a lungul drumului în funcţie de datele introduse în câmpul **Aranjament** ca şi în figura 7.31.

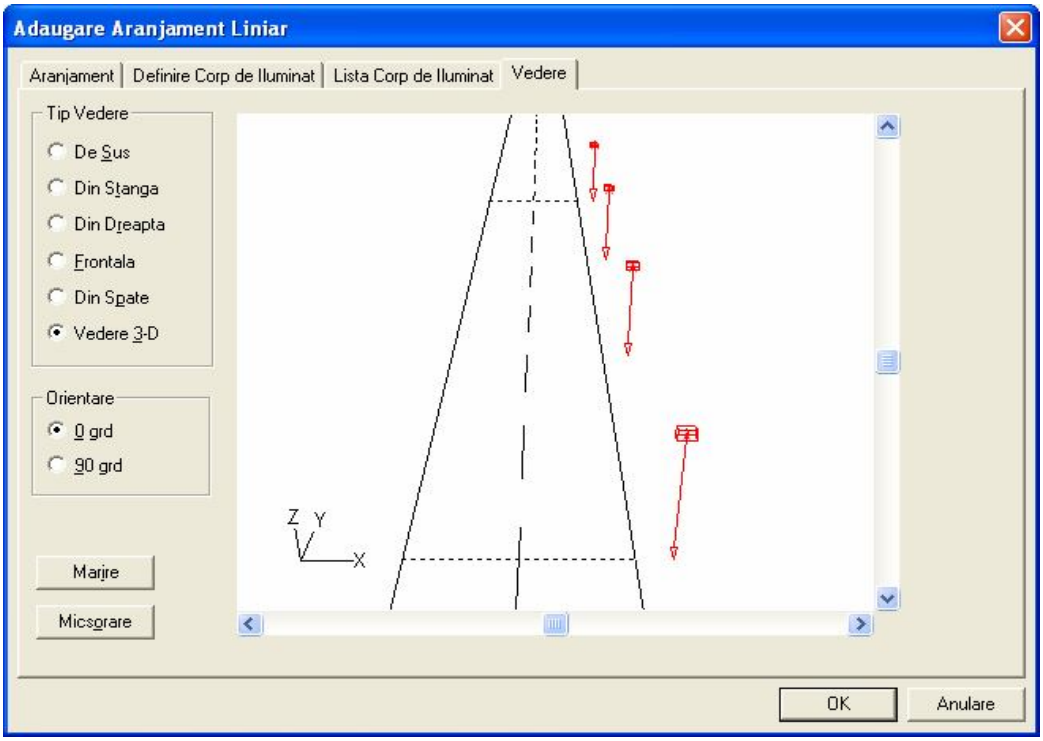



Figura 7.31. Vizualizare 3-D a aranjamentului liniar.

### *3.4. Modificarea grilei de lucru*

Odată selectată o cale de circulaţie singulară ca **Zona de Aplicaţie**, grila este generată automat de către program. Aceasta se

poate modifica selectând din meniul **Date** opţiunea **Grile**, deschizându-se fereastra de dialog din figura 7.32.

Se apasă butonul **Modificare** în vederea modificării grilei pe planul de interes, aşa cum se poate observa în fereastra de dialog din figura 7.33 intitulată **Modificare Grilă.**

Figura 7.32. Fereastra Grile.

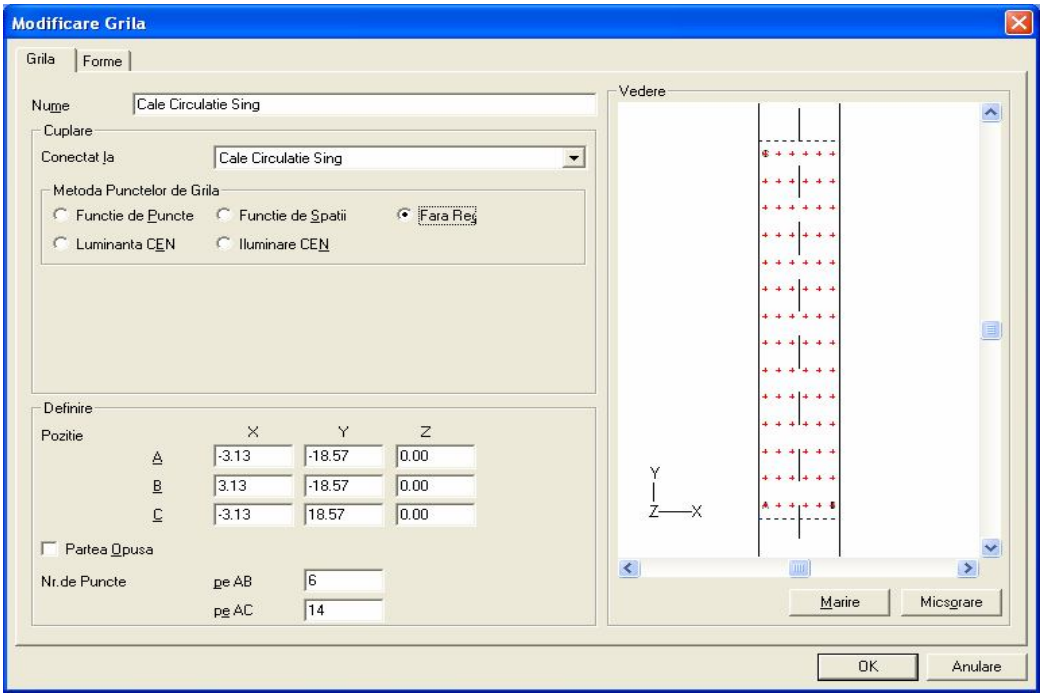



Figura 7.33. Fereastra de dialog Modificare Grilă.

Numărul de puncte aferente grilei de calcul în care se calculează parametrii luminotehnici, este generat automat de către program: 6 puncte pe direcţia axei OX şi 14 pe direcţia axei OY. Acest număr poate fi modificat în conformitate cu dorinţa utilizatorului. în câmpul de **Definire** al grilei din fereastra de dialog din figura 7.33, programul afişează în mod automat şi poziţia punctelor grilei, în sistemul de axe de coordonate OXYZ.

### *3.5. Calculul soluţiilor de iluminat*

Din meniul **Calcul** se selectează opţiunea **Afişare Rezultate.** În acest moment, programul calculează parametrii luminotehnici ceruţi şi se deschid ferestrele de prezentare ale rezultatelor, ca în figura 7.34.

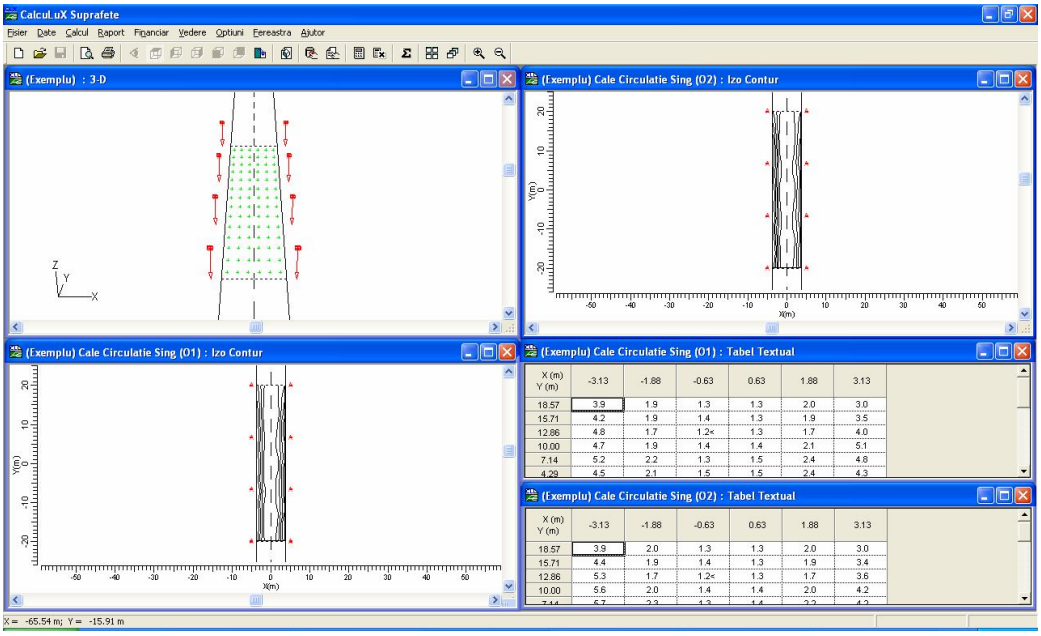

Calcul.uX Suprafete
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
(Exemplu) : 3-D
(Exemplu) Cale Circulatie Sing (O2) : Izo Contur
(Exemplu) Cale Circulatie Sing (O1) : Izo Contur
(Exemplu) Cale Circulatie Sing (O1) : Tabel Textual
(Exemplu) Cale Circulatie Sing (O2) : Tabel Textual

Figura 7.34. Ferestre cu rezultatele calculelor.

Se pot vizualiza separat într-o fereastră valorile parametrilor luminotehnici care definesc un iluminat de calitate, prin selectarea opţiunii **Parametrii Calitativi** din meniul **Calcul.**

### *3.6. Finalizare documente*

**Elaborarea rapoartelor.**

Vizualizarea pe ecran se fade prin selectarea opţiunii **Tipărire Ecran** din meniul **Raport,** sau se pot tipări prin selectarea opţiunii **Tipărire Raport.**

**Salvarea soluţiilor sistemului de iluminat.**

Din meniul **Fişier** se selectează opţiunea **Salvare ca...** atribuind un nume proiectului, după care se tastează butonul OK. Tot din acest meniu se selectează opţiunea **Ieşire** pentru **închiderea programului.**

**Intrebari**

- Ce utilizari directe are programul Calculux suprafete ?
- Care sunt meniurile principale ale programului ?
- Ce reprezinta curbele Izo Contur ?
- In ce consta optiunea Lumina interferata ?

# CAPITOL 8

# PROGRAMUL CALCULUX IN PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT EXTERIOR

# LUCRAREA 8

# PROGRAMUL CALCULUX IN PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT EXTERIOR

## 1. Scopul lucrarii

Scopul este initierea in utilizarea programului **Calculux Drum** (Philips), pentru sistemele de iluminat exterior, în vederea dimensionării, verificării sau optimizării acestora.

## 2. Programul CALCULUX DRUM

### *2.1.Generalitati*

Programul Calculux Drum (Calculux Road) este destinat proiectanţilor de sisteme de iluminat stradal, asistându-i in alegerea instalaţiilor aferente şi la evaluarea performanţelor soluţiilor.

Prin acest program se stabilesc şi se calculează variante de iluminat stradal, pentru care există configuraţii predeterminate, astfel încât parametri luminotehnici obţinuţi să fie în conformitate cu cerinţele normate ale claselor de iluminat, în care sunt încadrate căile rutiere. Grila de calcul, care reglementează poziţia punctelor de calcul pe drum şi în împrejurimi, bazată pe standarde sau reglementări locale, este ataşată planului de lucru care, în acest caz, este suprafaţa carosabilului şi suprafeţele alăturate acestuia. Se pot

stabili diferite variante de amplasare pentru aparatele de iluminat, existând posibilitatea optimizării soluţiilor. Se pot modifica parametrii amplasării, pentru a găsi cele mai bune variante care conduc la respectarea cerinţelor calitative ale parametrilor luminotehnici. Tipul suprafeţei de rulare se alege în conformitate cu standardele internaţionale.

In general in programul Calculux**,** se folosesc aparatele de iluminat din baza de date Philips, dar se pot introduce şi alte tipuri de aparate de iluminat, ale căror date luminotehnice se înscriu în fişiere separate.

Activarea preferenţială a criteriilor şi mărimilor opţionale, conduce la o proiectare flexibilă şi diferenţiată, în raport cu viziunea operatorului. O altă facilitate a programului, este aceea a efectuării calculelor de iluminat pe suprafeţe care nu sunt direct legate de drumul principal (parcări, trotuare). De asemenea, se pot selecta, separat de schema de calcul principală, şiruri adiţionale de aparate de iluminat, paralele cu drumul principal.

Rapoartele tipărite prezintă rezultatele sub formă tabelară şi în format grafic. Se afişează rezultatele pentru variantele de calcul, se prezintă calculele unei anumite scheme şi/sau rezultatele mai multor scheme diferite.

Cu ajutorul programului Calculux Drum se poate realiza si calculul economic privind energia, investiţia, costul lămpilor şi al întreţinerii pentru diverse aranjamente ale aparatelor de iluminat, dacă sunt introduse costurile specifice ale echipamentelor.

### *2.2.Meniuri principale - Calculux Drum*

Bara de meniuri a programului, prezentată în figura 8.1,

cuprinde următoarele meniuri: **Fişier, Date, Calcul, Raport, Financiar, Vedere, Opţiuni, Fereastră şi Ajutor;** câteva vor fi prezentate mai detaliat.

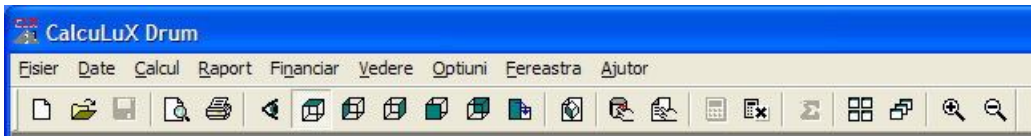



Fig. 8.1. Bara de meniuri
Programul **Calculux Drum.**

### *A. Meniul Fişier*

Asemanator cu celelalte meniuri intitulate "fişier" din sistemul de operare Windows şi acesta permite deschiderea unui proiect (fişier) nou sau existent deja, închiderea proiectului, salvarea sa, precum si tipărirea .

### *B. Meniul Date*

Acesta cuprinde următoarele opţiuni (submeniuri): **Informaţii Proiect, Opţiuni Proiect, Configuraţie, Proiecte, Zone de aplicaţie, Corpuri de iluminat, Aranjamente corpuri de iluminat, Grile, Observaţii, Desene.**

***a)*** **Informaţii Proiect.**

Odata cu deschiderea unui proiect nou, meniul **Date** prin opţiunea **Informaţii Proiect** stochează date referitoare la numele proiectului, clientului şi companiei care a solicitat realizarea acestuia.

***b)*** **Opţiuni Proiect.**

Prin **Opţiuni Proiect** se stabilesc unele cerinţe în vederea realizării calculelor, a salvării acestora, scările de lucru precum şi modalităţile de reprezentare grafică bi şi tridimensională, în figura 8.2 este prezentată fereastra de dialog cu privire la reprezentările bidimensionale.

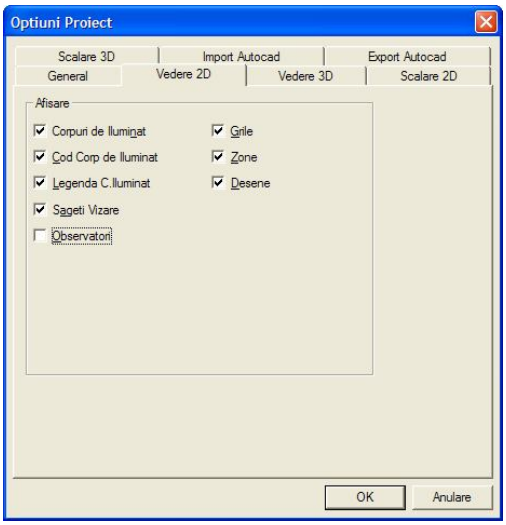



Fig. 8.2. Fereastra - **Opţiuni Proiect.**

***c)* Configuraţie.**

Submeniul **Configuraţie** activează, toţi parametrii calitativi, în acord cu recomandările naţionale sau internaţionale, folosiţi uzual în iluminatul stradal, pentru a putea fi selectaţi şi calculaţi cu opţiunea de a fi salvaţi într-un fişier pentru a fi refolosiţi. Parametrii de iluminat ceruţi pot fi predefiniţi într-un fişier existent al programului, în conformitate cu normativele acceptate.

Există de asemenea posibilitatea de a defini limitele parametrilor calitativi. Limitele pot fi afişate în fereastra corespunzătoare editorului de proiecte pentru a vedea dacă în urma

calculelor se ating parametrii calitativi impuşi. Aceştia vor fi utilizaţi de către program, atunci când se doreşte optimizarea soluţiilor.

Submeniul **Configuraţie** are două ferestre de dialog:

- fereastra **Opţiuni;**
- fereastra **Condiţii.**

Operatiunea de stabilire a unor cerinţe legate de proiect se face în fereastra de dialog intitulată **Opţiuni** şi prezentată în figura 8.3, unde se alege partea drumului pe care se circulă, poziţia drumului faţă de sistemul de axe de coordonate cartezian şi se stabileşte efectuarea calculelor privind costurile financiare.

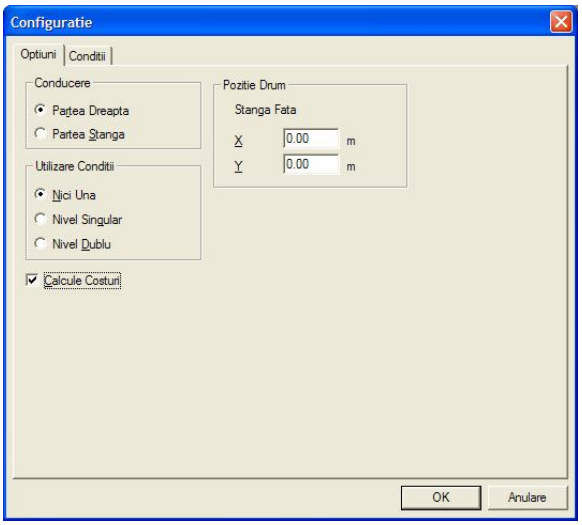



Fig. 8.3. **Opţiuni**, cu privire la proiect,
Submeniului **Configuraţie.**

Cu ajutorul fereastrei de dialog **Condiţii** , prezentată în figura 8.4, se stabilesc parametrii luminotehnici care urmează a fi calculaţi. Tot aici se stabilesc valorile parametrilor luminotehnici care definesc condiţiile de calitate pentru căile de circulaţie rutieră, în conformitate

cu cerinţele corespunzătoare claselor de drumuri M1÷M5.

Sunt predefinite condiţii în concordanţă atât cu cerinţele C.I.E. cât şi cu diferite norme naţionale sau zonale. Aceste condiţii se găsesc stocate în fişiere şi se apelează prin selectarea butonului **Deschidere.** Se pot defini şi alte condiţii de calitate în conformitate cu dorinţa utilizatorului, care se pot stoca la rândul lor.

Tot aici se stabileşte grila de calcul, care reglementează poziţia punctelor de calcul pe drum şi în împrejurimi, (bazată pe standarde sau reglementări locale), precum şi poziţia pe drum a observatorului (şoferului) pentru care se vor efectua calculele.

Calculux Drum permite crearea unui număr nelimitat de fişiere diferite pentru stabilirea parametrilor luminotehnici şi salvarea lor pe disc, pentru a le putea folosi în proiectele ulterioare.

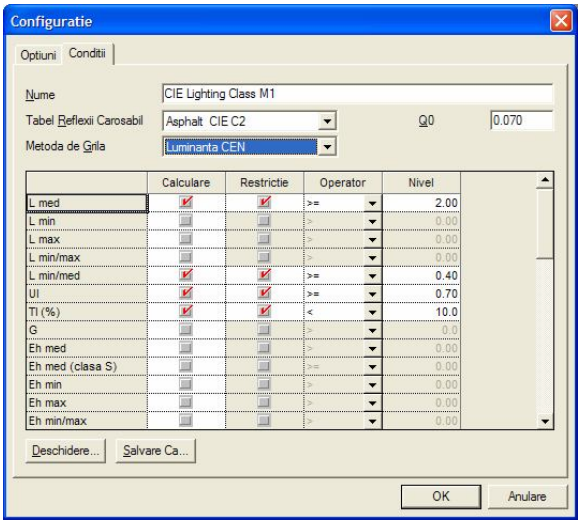



Fig. 8.4. Fereastra de dialog, denumită **Condiţii**, Opţiunea **Configuraţie.**

***d)* Proiecte.**

Configurarea căii de circulaţie rutieră se realizează cu ajutorul opţiunii **Proiecte,** prezentată în fereastra din figura 8.5, şi intitulată **Editorul de Proiecte.** Tot în această fereastră se stabilesc parametrii care constituie datele iniţiale ale proiectului: tipul drumului (simplu sau dublu -cu mai multe benzi de circulaţie pe sens), lăţimea rezervei centrale (dacă e necesară), lăţimea drumului, numărul de benzi de circulaţie, tipul suprafeţei carosabilului, precum şi factorul de reflexie al acestuia. Tot în cadrul **Editorului de Proiecte** se afişează şi rezultatele calculelor efectuate, în conformitate cu selecţia parametrilor luminotehnici care a fost făcută în fereastra din figura 8.4.

Modul de amplasare a aparatelor de iluminat în cazul unei căi de circulaţie rutieră cu o singură bandă pe sens, prezentate în figura 8.6, poate fi: - axial (catenar, ca în fig. 8.6, a); - pe o singură parte (stânga sau dreapta fig. 8.6, b); bilateral-opusă (fig. 8.6, c); bilateral - alternativă (fig. 8.6, d).

Pentru căile de circulaţie rutieră, cu zonă axială de securitate, cum sunt autostrăzile, având una sau mai multe benzi de circulaţie pe sens, modalităţile de amplasare sunt redate în figura 8.7, putând fi următoarele: -dublu central (fig. 8.7, a); - bilateral-opusă (fig. 8.7, b); - dublu central şi faţă în faţă (fig. 8.7, c); dublu central şi alternativ (fig. 8.7, d).

Dintre acestea, în cadrul programului **Calculux Drum** se poate opta pentru variantele prezentate în figura 7.6 şi 8.7, a ÷ 8.7, c.

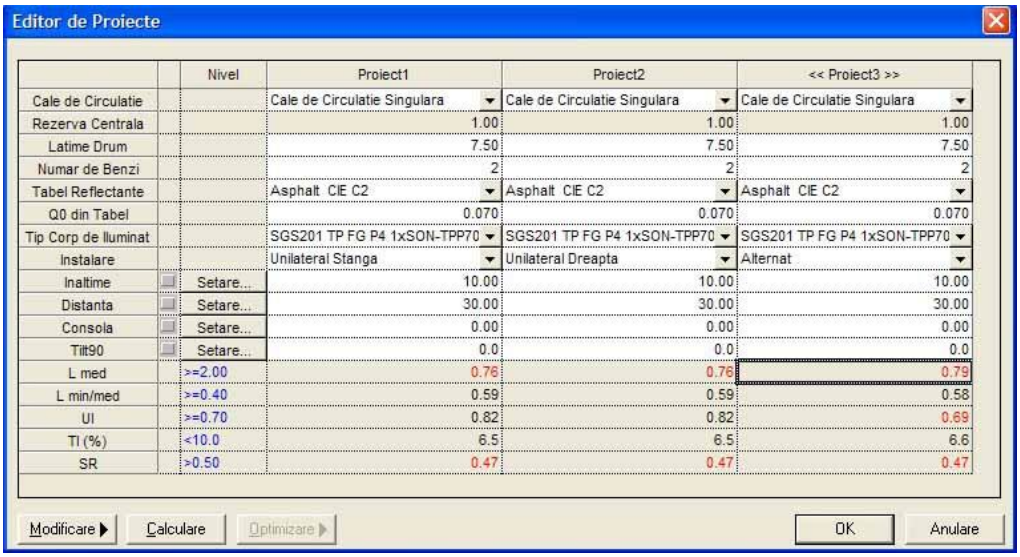



Fig. 8.5. Editorul de Proiecte.

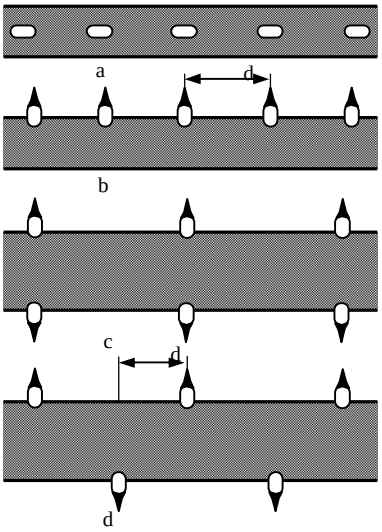



Fig. 8.6. Modul de amplasre al aparatelor de iluminat în cazul şoselelor simple:
a – axială; b – unilaterală; c – bilateral-opusă; d – bilateral-alternativă.

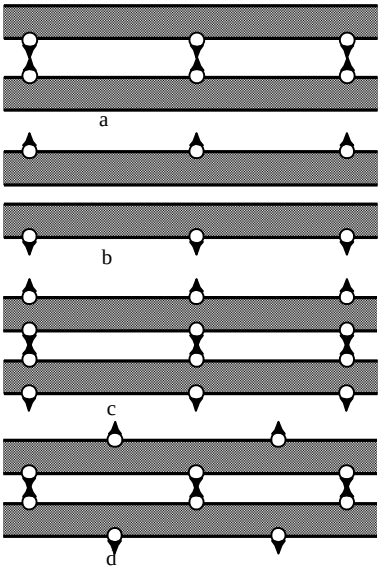



Fig. 8.7. Modul de amplasare al aparatelor de iluminat în cazul autostrăzilor:
a – dublu central; b – bilateral opusă;
c – dublu central şi faţă în faţă;
d – dublu central şi alternativă.

În figura 8.8. se prezinta mărimile şi notaţiile caracteristice geometriei sistemelor de iluminat: *d* - distanţa între două puncte de suspendare a aparatelor de iluminat, *h* - înălţimea de suspendare a aparatelor de iluminat, $b_c$ - distanţa dintre bordură şi proiecţia centrului aparatului de iluminat, $b_s$ - distanţa dintre bordură şi stâlp, *b* - braţul stâlpului, şi $l_0$ -lăţimea căii rutiere. Un alt parametru de instalare, caracteristic geometriei sistemelor , este unghiul de înclinare a aparatului de iluminat faţă de planul orizontal.

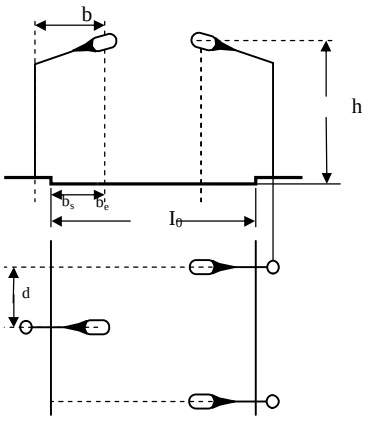
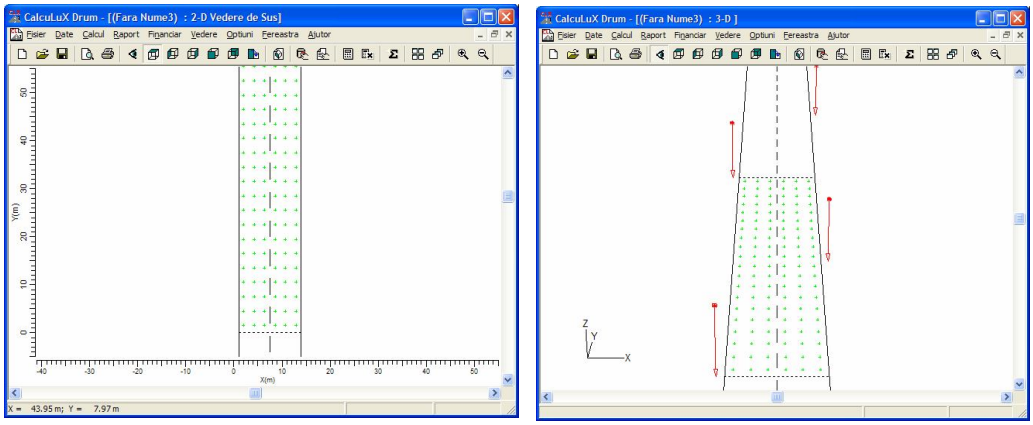



Fig. 8.8. Mărimi şi notaţii caracteristice
geometriei sistemelor de iluminat.

Benzile de circulaţie sunt predefinite de program. Desenul este generat automat, atât pentru o cale de circulaţie singulară cât şi pentru o cale de circulaţie dublă (autostradă), cu una sau mai multe benzi de circulaţie pe sens. Figura 7.9, prezintă sistemul de iluminat selectat (şosea simplă, cu o singură bandă pe sens şi amplasare bilateral-alternativă a aparatelor de iluminat), atât ca amplasare în plan (fig.8.9, a), cât şi vederea în perspectivă a acestuia (fig.8.9, b).

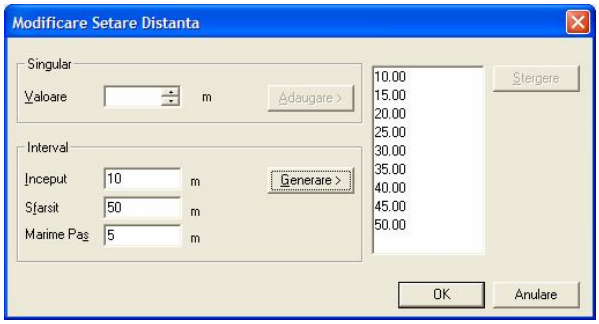

CalcuLuX Drum - [(Fara Nume3) : 2-D Vedere de Sus]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
CalcuLuX Drum - [(Fara Nume3) : 3-D ]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor

a b

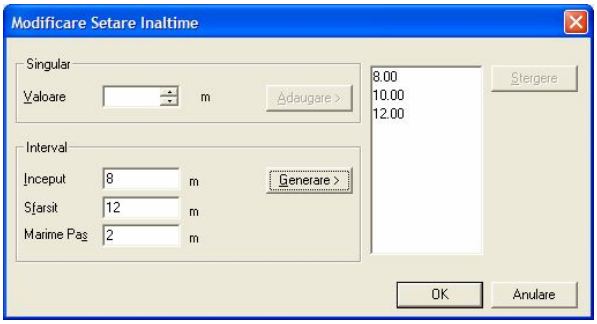
Fig. 8.9. Modul de amplasare a aparatelor de iluminat:
a-amplasarea în plan (vedere de sus); b-vedere în perspectivă.

Optimizarea instalaţiei de iluminat este o facilitate a programului **Calculux Drum.** Aceasta oferă utilizatorului posibilitatea de a determina cele mai bune valori ale parametrilor de amplasare a sistemului de iluminat, în limitele impuse de parametrii calitativi. Programul poate efectua optimizări ale soluţiilor sistemului de iluminat, în funcţie de tipul drumului şi a carosabilului ales, de parametrii de instalare, de parametrii luminotehnici care au fost selectaţi şi activaţi pentru a fi calculaţi conform cerinţelor recomandate de clasele de drumuri, sau în funcţie de tipurile de aparate (corpuri) de iluminat.

Având selectat aparatul de iluminat şi modalitatea de amplasare a acestora, parametrii amplasării se stabilesc în ferestre de dialog de forma celor prezentate în figura 8.10 (a - distanţa între aparatele de iluminat; b -înălţimea de montare).




a




b

Fig. 8.10. Stabilirea domeniilor pentru parametrii amplasării:
a-distanţa între aparatele de iluminat; b-înălţimea de montare.

Considerentele de ordin economic presupun o distanţă maximă între stâlpi, o înălţime minimă a stâlpilor şi o distanţă minimă de la bordură. Dacă distanţa între stâlpi este fixă. înălţimea de montaj va deveni problema principală şi aşa mai departe pe listă.

Procesul de optimizare creează flexibilitatea necesară pentru a determina cel mai potrivit aparat de iluminat pentru a fi utilizat în proiect şi calculează parametri luminotehnici precum şi parametri de amplasare optimi pentru proiectul studiat.

### *e)* Corpuri de iluminat.

**In b**aza de date a programului **Calculux Drum** gasim aparate de iluminat performante, avind acces prin utilizarea ferestrei de dialog prezentată în figura 8.11.

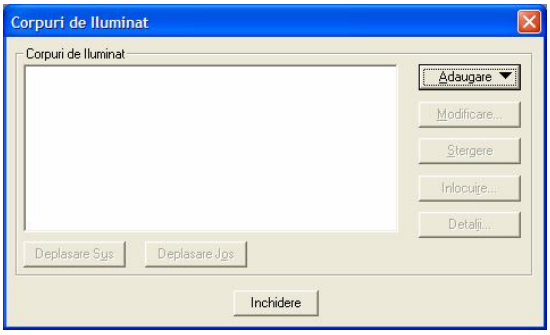
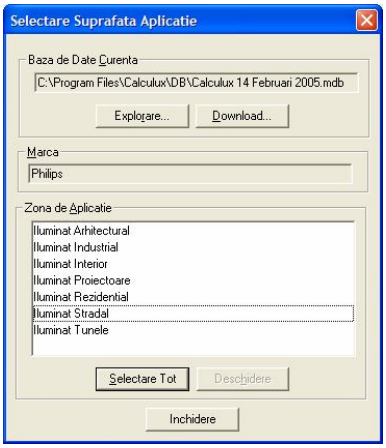
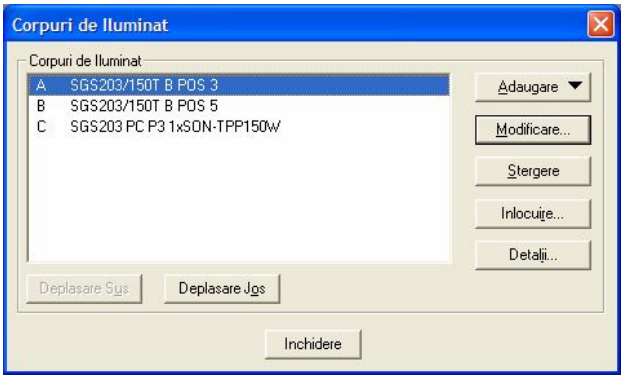



Fig. 8.11. Deschiderea bazei de date.

Ferestrele de dialog din figura 8.12, intitulate **Selectare Zonă de Aplicaţie** (fig.8.12, a) respectiv **Corpuri de iluminat** (fig.8.12, b), permit stabilirea prealabilă a domeniului de aplicaţie a aparatelor de iluminat în funcţie de destinaţia pentru care au fost fabricate precum şi alegerea, înlocuirea, adăugarea altor tipuri de aparate de iluminat, la fel şi vizualizarea detaliilor legate de acestea.




a




b

Fig. 8.12. Ferestre de dialog pentru alegerea aparatelor de iluminat: a-selectarea zonei de aplicaţie; b-operaţii care se pot executa asupra aparatelor de iluminat

Tipul propriu-zis al aparatului de iluminat pentru o aplicaţie specifică, poate fi selectat din fereastra de dialog **Adăugare Corpuri de Iluminat** prezentată în figura 8.13 unde se stabilesc tipul carcasei, tipul reflectorului, numărul de lămpi cu care este echipat aparatul de iluminat, precum şi tipul balastului utilizat pentru amorsarea lămpii.

Tastând butonul **Detalii** din figura 8.13, se vizualizează pe ecran fereastra intitulată **Modificare Detalii Corp de Iluminat** prezentată în figura 8.14, având deschisă implicit opţiunea privitoare la descrierea caracteristicilor generale. Aici, pentru fiecare aparat de iluminat, sunt prezentate detalii despre carcasă, reflector, lampă, într-o modalitate logică, pas cu pas, astfel încât este foarte uşoară alegerea celui mai potrivit aparat de iluminat pentru aplicaţia dată.

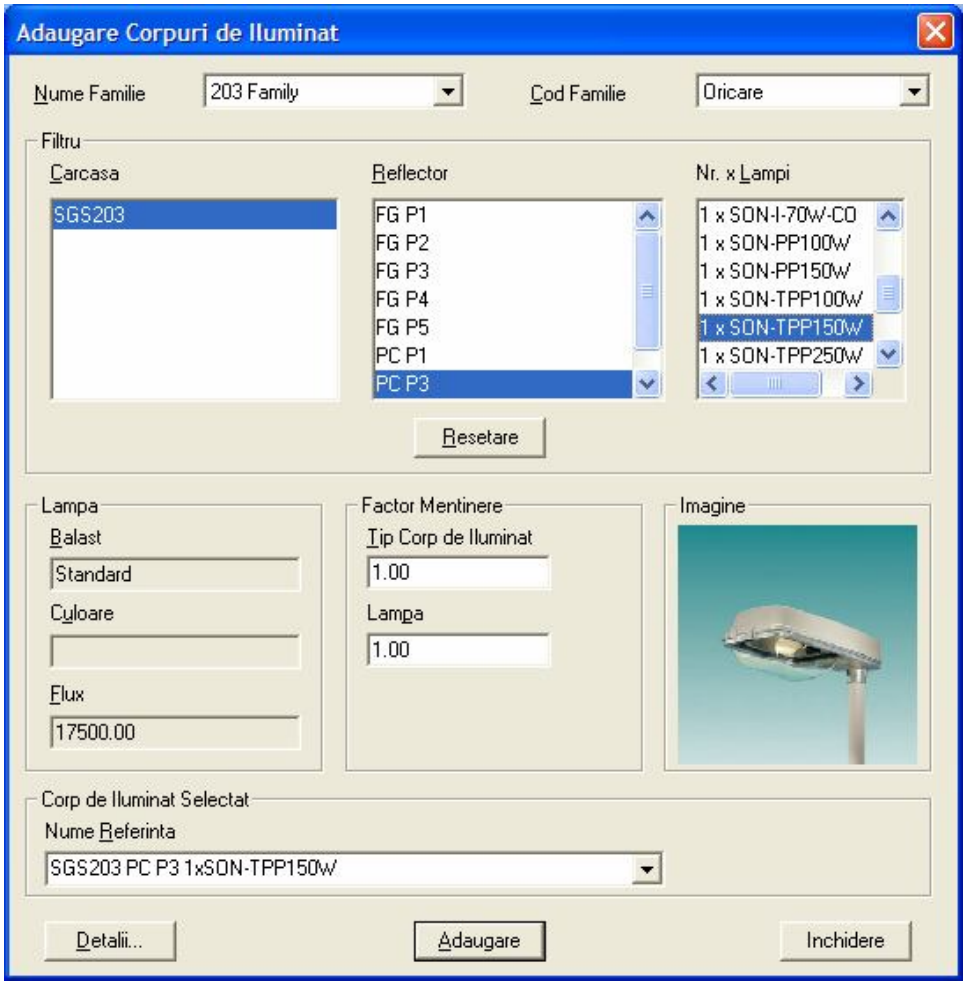



Fig. 8.13. Alegerea aparatului de iluminat,
a reflectorului şi a lămpii cu care este echipat aceasta.

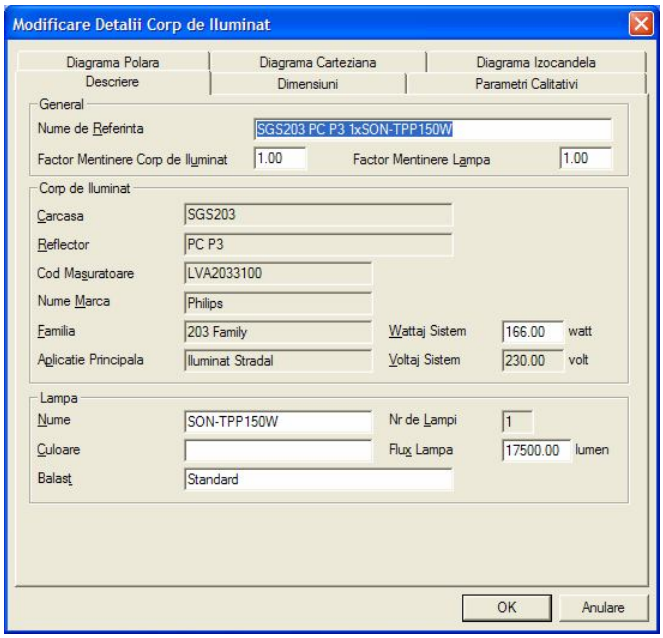



Fig. 8.14. Fereastra de dialog intitulată **Descriere** din opţiunea **Detalii Corp de Iluminat.**

Optând pentru butonul **Parametrii Calitativi** se vizualizează informaţii referitoare la randamentul luminos precum şi la unghiurile de protecţie ale aparatelor de iluminat, aşa cum se poate vedea în figura 8.15.

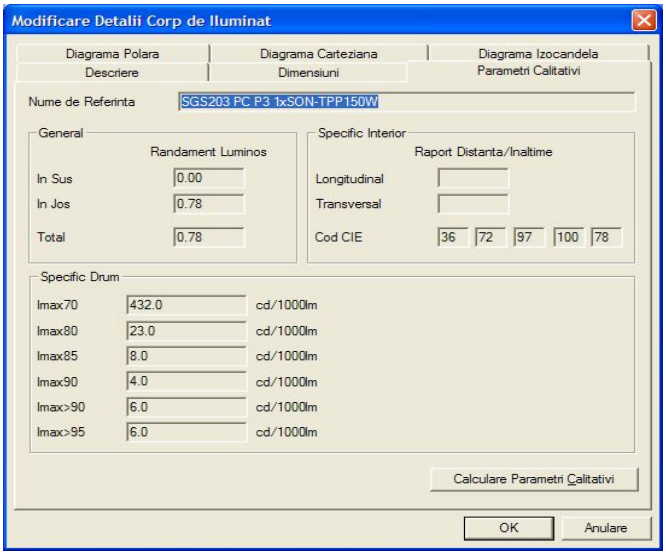
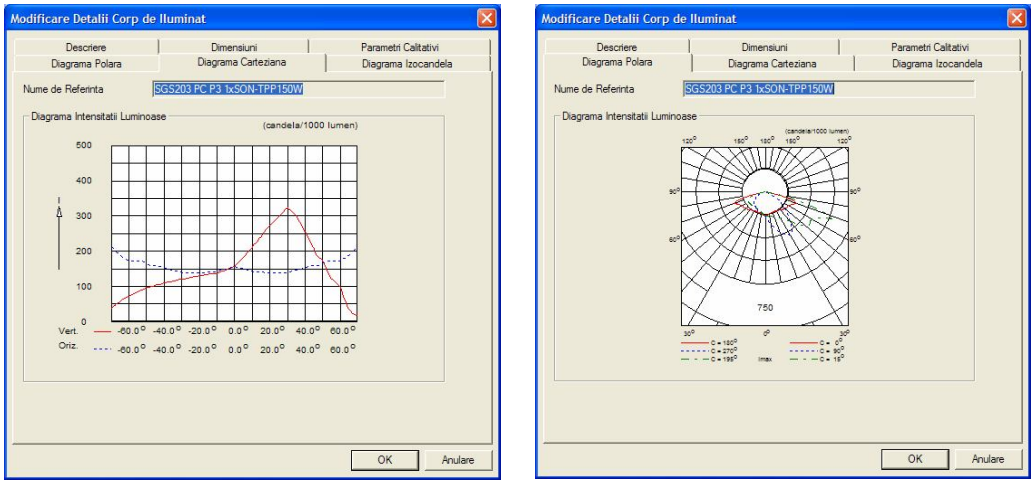
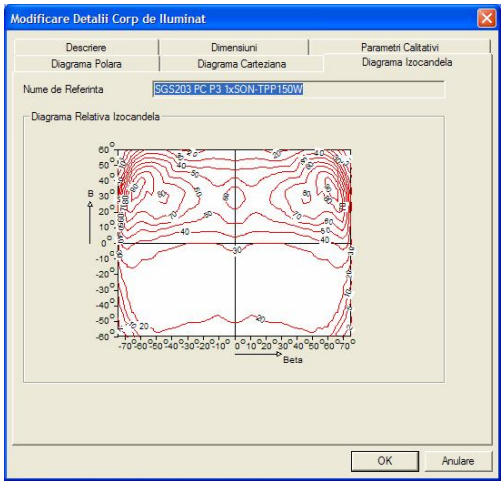



Fig.8.15.Vizualizarea Parametri Calitativi ai aparatului de iluminat.

Distribuţia fluxului luminos poate fi vizualizată în orice moment afişată în coordonate polare ca în figura 7.16,a sau carteziene, figura 7.16,b. Curbele de egală intensitate luminoasă sunt prezentate în figura 7.16,c.




a b




c

Fig. 8.16. Distribuţia fluzului luminos al aparatului de iluminat: a – coordonate polare; b – coordonate carteziene;

c – curbe de egală intensitate luminoasă.

***f)*** **Aranjamente Corpuri de Iluminat.**

In scopul cresterii numărului de tipuri de instalări disponibile proiectantului, **Calculux Drum** permite amplasarea de şiruri adiţionale de aparate de iluminat paralele cu drumul principal. Această facilitate este folositoare în special atunci când există un drum secundar apropiat şi paralel cu drumul principal. Efectul pe care aparatele de iluminat îl au asupra drumului principal poate fi astfel luat în considerare în calcul.

***g)*** **Grile.**

Grila de calcul reprezintă o suprafaţă de formă rectangulară ataşată planului de lucru, în cazul de faţă suprafeţei carosabile, în interiorul grilei se stabilesc numărul punctelor pe cele două direcţii în care se vor calcula valorile luminanţelor respectiv iluminărilor. Ea poate avea una din poziţiile următoare: orizontală, verticală sau înclinată, singura restricţie fiind faptul că ea trebuie să fie rectangulară.

Grilele de calcul pentru drumul principal şi pentru zona învecinată sunt generate automat de către editorul de proiecte în concordanţă cu cerinţele drumului şi cu definirea sa. în funcţie de criteriul de calcul şi setările pentru normele locale, **Calculux Drum** permite alegerea diferitelor grile de calcul existente în program. Programul permite de asemenea definirea propriilor grile de calcul; în acest fel se poate genera de exemplu o grilă de calcul pentru un trotuar sau pentru faţada verticală a unei clădiri de lângă drum.

***h)*** **Observatori.**

Pe linga observatorul principal generat de proiect, poziţionat cu 60 m în spatele zonei pentru care se efectuează calculele la o înălţime de 1,5 m, se pot stabili şi alte poziţii pentru observatori secundari.

***i)*** **Desene.**

La desenul drumului generat automat de program în funcţie

de setările obţinute, se pot adăuga desene având forme geometrice predefinite, cum ar fi dreptunghiuri, cercuri, arce de cerc, etc.

### *C. Meniul Calcule*

Cu ajutorul acestuia se efectuează calculele cerute de către utilizator în vederea obţinerii soluţiei sistemului de iluminat, pe baza datelor iniţiale introduse în fereastra din fig.8.5. Acesta cuprinde următoarele opţiuni: **Definire, Prezentare, Afişare Rezultate, Parametri Calitativi.**

#### *a)* **Definirea Calculelor.**

#### *b)*

La efectuarea calculelor se ia în considerare implicit luminanţa L şi iluminarea orizontală $E_h$ ca mărimi principale în proiectare. În figura 8.17 se prezintă fereastra pentru stabilirea, adăugarea sau modificarea mărimilor luate în considerare la efectuarea calculelor, care pot fi: iluminarea plană, semicilindrică, semisferică luminanţa drumului şi luminanţa de voal. Calculele se definesc într-un plan orizontal la nivelul suprafeţei carosabile sau la o anumită înălţime faţă de carosabil. Se pot defini de asemenea într-un plan vertical la o anumită distanţă în raport cu originea sistemului de axe de coordonate faţă de care este plasat carosabilul.

Fig. 8.17. Stabilirea mărimilor de referinta fata de care se efectuează calculele

***c)* Prezentare Calcule.**

Fereastra din figura 8.18 permite stabilirea de către utilizator a modalităţilor de prezentare a calculelor efectuate. Acestea includ valorile numerice ale luminanţelor respectiv ale iluminărilor calculate şi pot fi organizate într-un tabel, sau pot fi prezentate în punctele grilei ataşate direct planului care a fost definit.

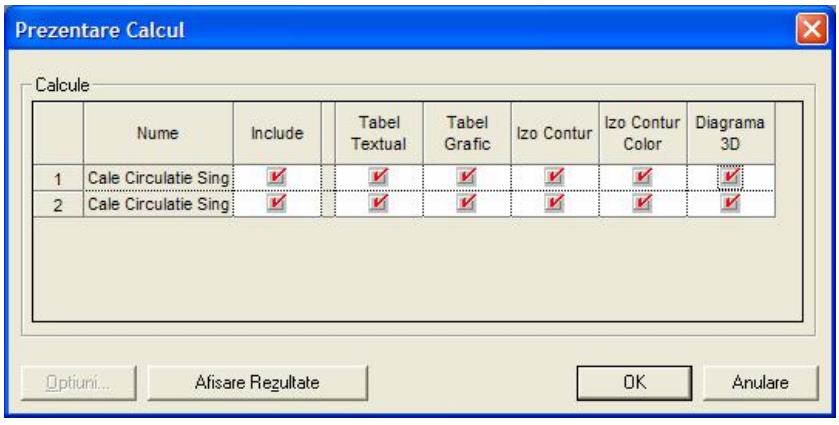



Fig. 8.18. Selectarea modului de prezentare a mărimilor calculate.

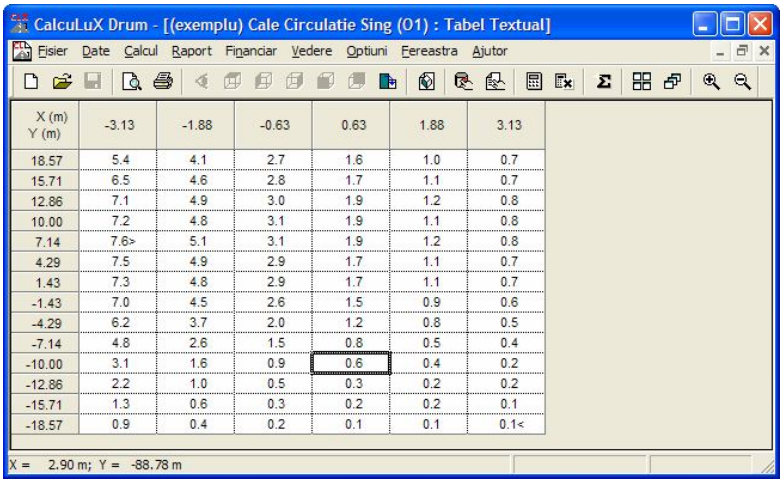
Distribuţia luminanţelor şi iluminărilor poate avea reprezentări

grafice sub forma curbelor de egală luminanţă, respectiv egală iluminare (curbe izolux), a căror formă de prezentare este alb-negru, dar şi sub forma suprafeţelor de egală luminanţă şi egală iluminare, într-o manieră grafică color. Pentru o reprezentare sugestivă, atât distribuţia luminanţelor cât şi a iluminărilor se face sub forma unei diagrame tridimensionale.

***d)* Afişare Rezultate.**

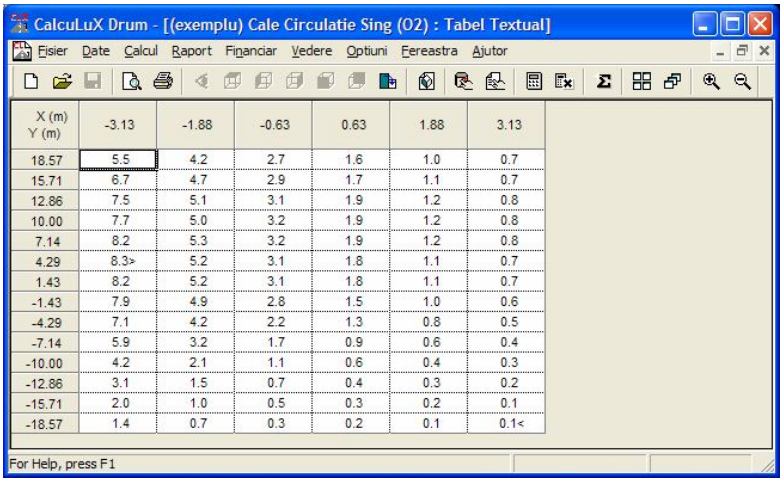
Opţiunea se tastează direct din bara principală de meniuri sau tastând butonul **Afişare Rezultate** (fig. 8.18), deschizându-se ferestrele de prezentare a rezultatelor sub forma ferestrelor suprapuse (în cascadă) sau a ferestrelor alăturate. După vizualizarea lor, acestea se închid rând pe rând.

Se afişează rezultatele grafice ale calculelor efectuate pentru varianta selectată în fereastra din figura 8.5, prin poziţionarea cursorului pe bara superioară apăsând cu butonul din stânga al acestuia până când se înnegreşte toată coloana, după care se apasă **OK,** revenindu-se la vederea de sus a sistemului de iluminat ales.


CalcuLuX Drum - [(exemplu) Cale Circulatie Sing (01) : Tabel Textual]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
X = 2.90 m; Y = -88.78 m

| X (m) Y (m) | -3.13 | -1.88 | -0.63 | 0.63 | 1.88 | 3.13 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18.57 | 5.4 | 4.1 | 2.7 | 1.6 | 1.0 | 0.7 |
| 15.71 | 6.5 | 4.6 | 2.8 | 1.7 | 1.1 | 0.7 |
| 12.86 | 7.1 | 4.9 | 3.0 | 1.9 | 1.2 | 0.8 |
| 10.00 | 7.2 | 4.8 | 3.1 | 1.9 | 1.1 | 0.8 |
| 7.14 | 7.6> | 5.1 | 3.1 | 1.9 | 1.2 | 0.8 |
| 4.29 | 7.5 | 4.9 | 2.9 | 1.7 | 1.1 | 0.7 |
| 1.43 | 7.3 | 4.8 | 2.9 | 1.7 | 1.1 | 0.7 |
| -1.43 | 7.0 | 4.5 | 2.6 | 1.5 | 0.9 | 0.6 |
| -4.29 | 6.2 | 3.7 | 2.0 | 1.2 | 0.8 | 0.5 |
| -7.14 | 4.8 | 2.6 | 1.5 | 0.8 | 0.5 | 0.4 |
| -10.00 | 3.1 | 1.6 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.2 |
| -12.86 | 2.2 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| -15.71 | 1.3 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| -18.57 | 0.9 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1< |

a


CalcuLuX Drum - [(exemplu) Cale Circulatie Sing (02) : Tabel Textual]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
For Help, press F1

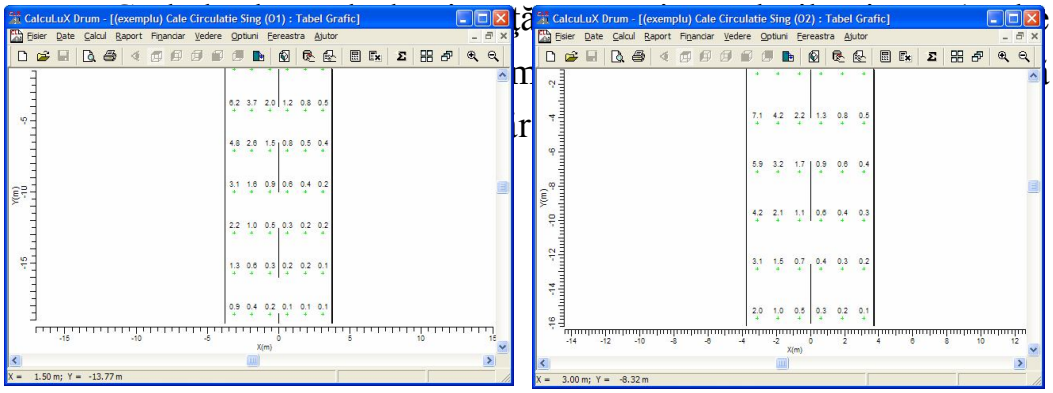
| X (m) Y (m) | -3.13 | -1.88 | -0.63 | 0.63 | 1.88 | 3.13 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18.57 | 5.5 | 4.2 | 2.7 | 1.6 | 1.0 | 0.7 |
| 15.71 | 6.7 | 4.7 | 2.9 | 1.7 | 1.1 | 0.7 |
| 12.86 | 7.5 | 5.1 | 3.1 | 1.9 | 1.2 | 0.8 |
| 10.00 | 7.7 | 5.0 | 3.2 | 1.9 | 1.2 | 0.8 |
| 7.14 | 8.2 | 5.3 | 3.2 | 1.9 | 1.2 | 0.8 |
| 4.29 | 8.3> | 5.2 | 3.1 | 1.8 | 1.1 | 0.7 |
| 1.43 | 8.2 | 5.2 | 3.1 | 1.8 | 1.1 | 0.7 |
| -1.43 | 7.9 | 4.9 | 2.8 | 1.5 | 1.0 | 0.6 |
| -4.29 | 7.1 | 4.2 | 2.2 | 1.3 | 0.8 | 0.5 |
| -7.14 | 5.9 | 3.2 | 1.7 | 0.9 | 0.6 | 0.4 |
| -10.00 | 4.2 | 2.1 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 |
| -12.86 | 3.1 | 1.5 | 0.7 | 0.4 | 0.3 | 0.2 |
| -15.71 | 2.0 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| -18.57 | 1.4 | 0.7 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1< |

b

Fig. 8.19. Tabele textuale care sintetizează valorile numerice calculate:a - luminanţe; b - iluminări.

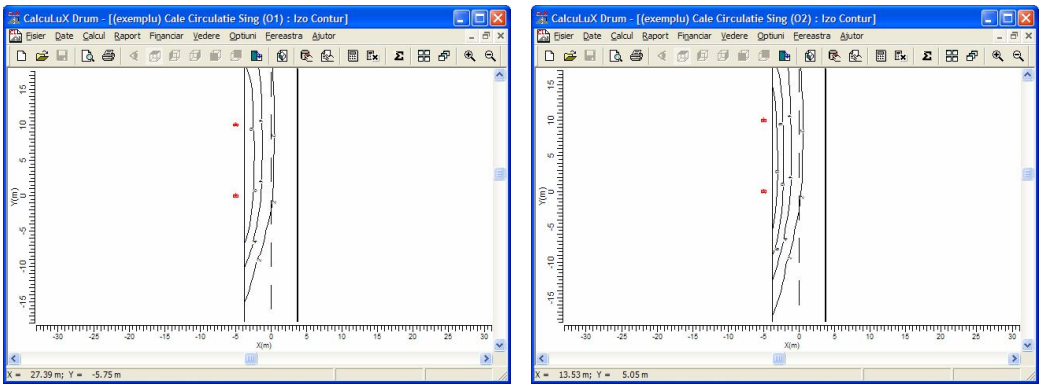
Figura 8.19 prezintă valorile numerice, calculate în punctele grilei de lucru, ale luminanţelor respectiv iluminărilor, în ferestre denumite **Tabel Textual.**

Aceleaşi valori numerice ale luminanţelor respectiv iluminărilor sunt prezentate în planul carosabilului alături de punctele grilei, unde au şi fost calculate. Ferestrele purtând numele de **Tabel Grafic** sunt prezentate în figura 8.20.


CalcuLuX Drum - [(exemplu) Cale Circulatie Sing (01) : Tabel Grafic]
CalcuLuX Drum - [(exemplu) Cale Circulatie Sing (02) : Tabel Grafic]

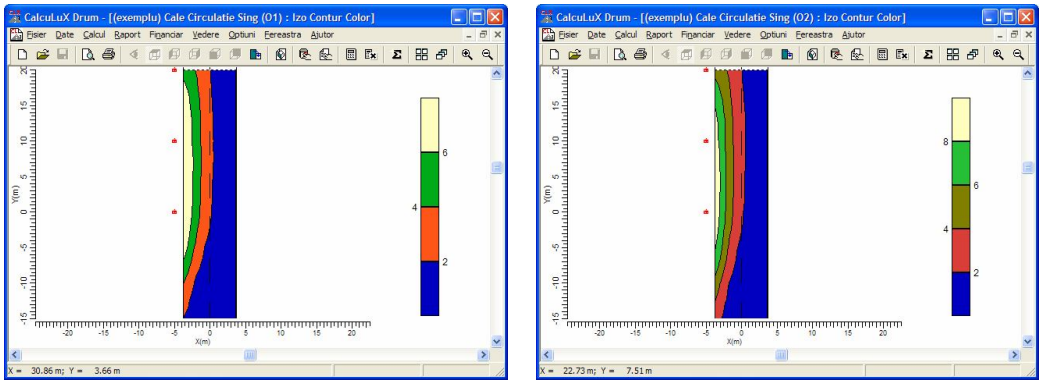
a b

Fig. 8.20. **Tabele Grafice**: a – luminanţe; b - iluminări




a b

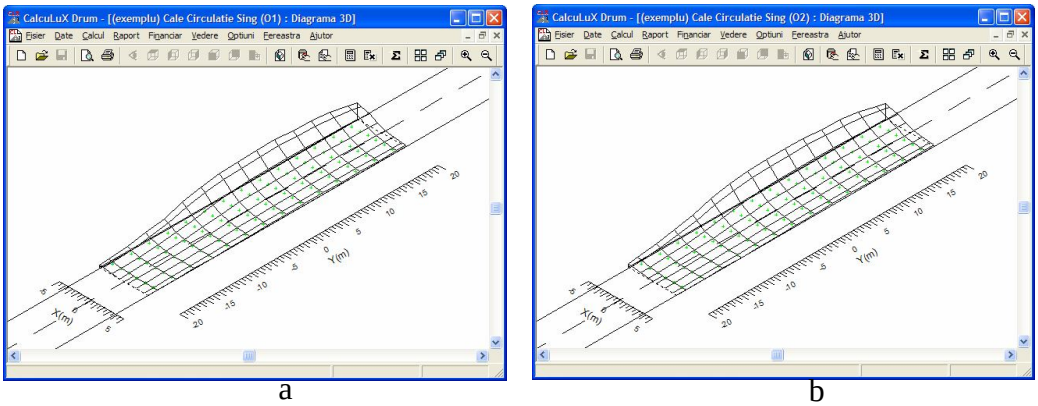
Fig. 8.21. **Izo Contur**: a – distribuţia iluminanţelor; b – distribuţia iluminărilor.


CalcuLuX Drum - [(exemplu) Cale Circulatie Sing (01) : Izo Contur Color]
CalcuLuX Drum - [(exemplu) Cale Circulatie Sing (02) : Izo Contur Color]

a b

Fig. 8.22. **Izo Contur Color**: a – curbe de egală luminanţă; b – curbe de egaă iluminare.

Ferestrele din figura 8.23 oferă o imagine spaţială a distribuţiei luminanţelor respectiv iluminărilor, fiind denumite **Diagrama 3D.**




a b

Fig. 8.23. **Diagrame 3D**: a – distribuţia luminanţelor; b – distribuţia iluminărilor.

### *e)* Parametrii Calitativi.

Parametrii luminotehnici care definesc un sistem de iluminat din punct de vedere calitativ, pot fi vizualizaţi în fereastra din figura 8.24, alegând opţiunea **Parametrii Calitativi** din meniul **Calcule.** Aceştia au fost selectaţi pentru a fi calculaţi în fereastra din figura 8.4.

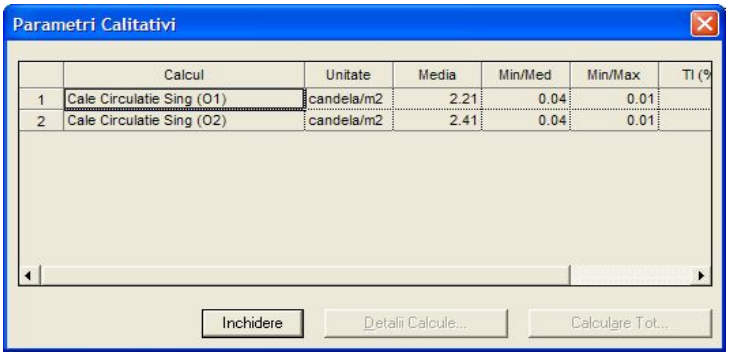



Fig. 8.24. Sintetizarea valorilor numerice ale parametrilor calitativi.

## *D. Meniul Raport*

În scopul stocării rezultatelor sub formă scrisă sau a elaborării unor rapoarte scrise, se face uz de meniul **Raport,** care are următoarele opţiuni: **Setare, Tipărire Raport, Tipărire Ecran, Setare Tipărire.**

***a)*** În figura 8.25 se prezintă fereastra **Conţinut** a opţiunii **Setare**. Fereastra permite selecţia paginilor dorite a fi incluse în raport din cele pe care programul **Calculux Drum** le realizează implicit. Acestea sunt: **Pagina Titlu, Tabel Conţinut** - care este de fapt cuprinsul raportului, **Vedere Frontală Proiect, Vedere Proiecte, Vedere 3D Proiecte, Vedere de Sus Proiect, Sumar** (sinteza a calculelor efectuate pentru toate variantele de sisteme de iluminat luate spre studiu) şi **Detalii Corp de Iluminat.** Alături de elaborarea acestor pagini de rapoarte, se pot include reprezentările grafice care au fost prezentate detaliat la opţiunile **Prezentare** şi **Afişare Calcule,** şi anume: **Tabel Textual, Tabel Grafic, Izo Contur, Izo Contur Color, Diagrama 3D.**

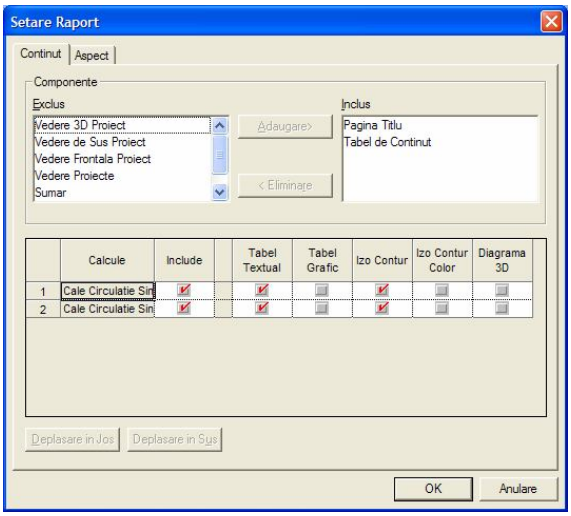



Fig. 8.25. Fereastra de dialog **Conţinut** a opţiunii **Setare Raport**

***b)* Tipărire Raport.** Această opţiune permite tipărirea paginilor care au fost selectate în acest sens.

***c)* Tipărire Ecran.** Înainte de a le tipări, paginile selecţionate pot fi vizualizate pe ecran cu ajutorul opţiunii **Tipărire Ecran.**

***d)* Setare Tipărire.** Această opţiune permite selectarea imprimantei şi a tuturor celorlalte atribute legate de această acţiune, ca şi în toate celelalte programe care lucrează sub sistemul de operare Windows.

***E. Meniul Financiar***

Acest meniu apelează o singură fereastră, prezentată în figura 8.26, prin care se stabileşte moneda în care se elaborează costurile financiare aferente proiectului.

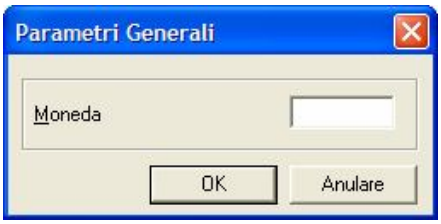



Fig. 8.26. Stabilirea monedei ca baza pentru costurile financiare.

## 3. Desfasurarea lucrarii

### *3.1. Configurare*

Selectam opţiunea **Proiect Nou** din meniul **Fişier**.

Selectam submeniul **Configuraţie** din meniul **Data.** Implicit se deschide fereastra **Opţiuni,** (fig.8.3), unde se activează următoarele cerinţe:

- **conducere pe partea dreaptă;**
- **nivel singular;** apelându-se această opţiune, programul poate efectua calcule de optimizare a parametrilor luminotehnici selectaţi, în concordanţă cu recomandările claselor de drumuri, aşa cum sunt acestea prezentate în tabelul 8.1;
- **calculare costuri.**

Calea de circulaţie este poziţionată implicit de către program, în sistemul de axe de coordonate.

Tastam butonul **Condiţii** (din cadrul aceleiaşi opţiuni **Configuraţie),** în acest moment, se poate vizualiza fereastra prezentată în figura 8.4. Câmpurile (căsuţele) corespunzătoare acestei ferestre se completează în felul următor:

- pentru căsuţa **Nume** se tastează butonul **Deschidere,** moment în care apare fereastra prezentată în figura 8.27, de unde se alege fişierul în care sunt stocate cerinţele de calitate ale parametrilor luminotehnici, în conformitate cu recomandările naţionale sau internaţionale.

Condiţii de calitate pentru căi de circulaţie

*Tabelul 8.1*

| Clasa sistemului de iluminat | Domeniul de aplicare / condiţie de calitate | | |
|---|---|---|---|
| | Toate căile de circulaţie | Căi de circulaţie fără intersecţii | Căi de circulaţie cu trotuare neiluminate |

| | $L_m$, cd/m 2 | Ug (min) | Tl (max), % | Ui(min) | $SR_{min}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Ml | 2,0 | 0,4 | 10 | 0,7 | 0,5 |
| M2 | 1,5 | 0,4 | 10 | 0,7 | 0,5 |
| M3 | 1,0 | 0,4 | 10 | 0,5 | 0,5 |
| M4 | 0,75 | 0,4 | 15 | - | - |
| M5 | 0,5 | 0,4 | 15 | - | - |

Pentru clasele de drumuri Ml ÷ M5, acestea poartă numele cie_m1.rrf ÷ cie_m5.rrf. Se alege fişierul corespunzător clasei de drumuri dorite;

– se poate crea de către utilizator un fişier propriu, privitor la condiţiile de calitate ale iluminatului, fişier care se poate salva în vederea apelării sale ulterioare.

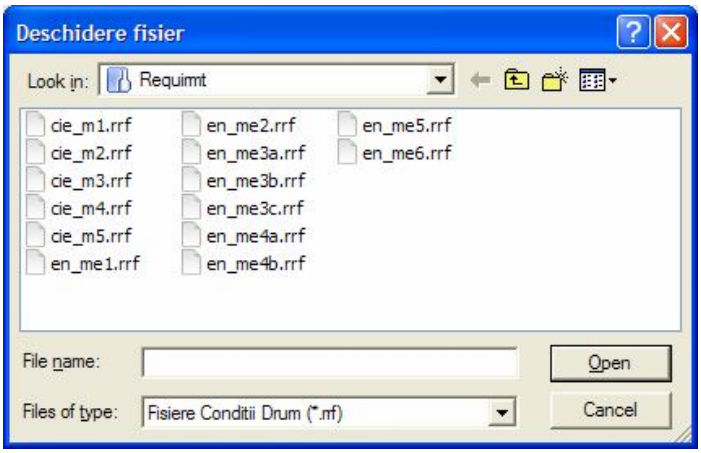



Fig. 8.27. Fereastra corespunzătoare pentru alegerea fişierelor care

stochează condiţiile de calitate ale parametrilor luminotehnici.

– în coloana cu titlul **Calculare** a ferestrei din figura 8.4, se pot bifa parametri luminotehnici, care se doresc a fi calculaţi, aşa cum este prezentat în figura 8.28. în coloana intitulată **Restricţie,** sunt activate automat valorile minime ale condiţiilor de calitate ale parametrilor luminotehnici, recomandate de clasa de încadrare a drumului.

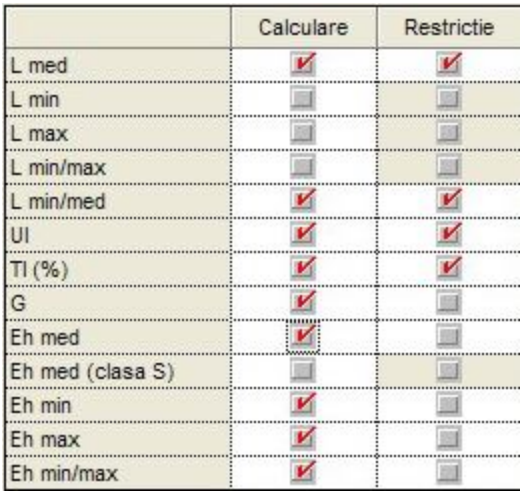



Fig. 8.28. Selecţie din fereastra condiţii.

Pentru revenirea la vederea principală se apasă butonul **OK.**

### *3.1.Alegerea aparatelor de iluminat*

Alegerea aparatelor de iluminat se realizează înainte de configurarea căii de circulaţie.

Se selectează opţiunea **Corpuri de Iluminat** din meniul **Date.** în fereastra din figura 8.11, a se tastează butonul **Adăugare** optându-se pentru alegerea aparatelor de iluminat din baza de date a firmei Philips, ca în figura 8.30.

Apoi în fereastra din figura 8.12 se selectează aparatele de iluminat corespunzătoare **Iluminatului Stradal,** în fereastra din

figura 8.13, din câmpul intitulat **Nume Familie** se alege familia dorită din lista rulantă prezentată în figura 8.30.

Fig. 8.29. buton pentru selecţia bazei de date a aparatelor de iluminat.

Fig. 8.30. Familii de aparate de iluminat din baza de date Philips

După selectarea familiei, din câmpul intitulat Carcasă se alege aparatul de iluminat dorit prin apăsarea butonului din stânga mouse-ului. La fel se procedează cu selecţia tipului de reflector şi a tipului de sursă lumină . Odată ce alegerea este făcută, pentru luarea ei în considerare se apasă butonul **Adăugare** (fig.8.13). Pentru alegerea mai multor tipuri de aparate de iluminat se apasă butonul **Resetare** (fig.8.13), procedându-se în mod identic. Aparatele selectate pentru a fi utilizate în proiect se pot vizualiza în ferestre de tipul celei prezentate în figura 7.12,b.

Dacă se doreşte studierea caracteristicilor aparatelor de iluminat,se apasă pe butonul **Detalii** (fig.8.13), acestea vizualizându-se în ferestrele prezentate în figurile 8.14÷8.16.

Pentru revenirea la vederea principală a programului se apasă pe butonul **închidere** al tuturor ferestrelor deschise.

### *3.2.Configurarea căii de circulaţie rutieră*

Pentru configurarea căii de circulaţie se selecteaza opţiunea

**Proiecte** din cadrul meniului **Date.** Se deschide o fereastră ca cea din figura 8.31 care oferă diferite informaţii structurate pe mai multe coloane:

prima coloană defineşte drumul şi parametrii luminotehnici care au fost selectaţi pentru a fi calculaţi;

– a doua coloană este o coloană subţire cu căsuţe pentru marcarea parametrilor amplasării care urmează să fie optimizaţi;

– a treia coloană oferă posibilitatea deschiderii ferestrelor prezentate în figura 8.10, în vederea stabilirii domeniilor de variaţie a parametrilor amplasării;

– coloanele următoare sunt variantele soluţiilor propuse de utilizator pentru sistemele de iluminat.

Câmpurile albe sunt cele care trebuiesc completate de către utilizator cu noţiuni, mărimi sau valori numerice care constituie date iniţiale.

Modalitatea de completare a câmpurilor este prezentată sugestiv în figura 8.32.

În câmpul corespunzător căii de circulaţie, dacă se apasă cu butonul din stânga mouse-ului pe butonul listei rulante, aceasta afişează două posibilităţi, prezentate în figura 8.33,b: **Cale de Circulaţie Singulară** sau **Cale de Circulaţie Dublă.** Utilizatorul o alege pe cea corespunzătoare proiectului său.

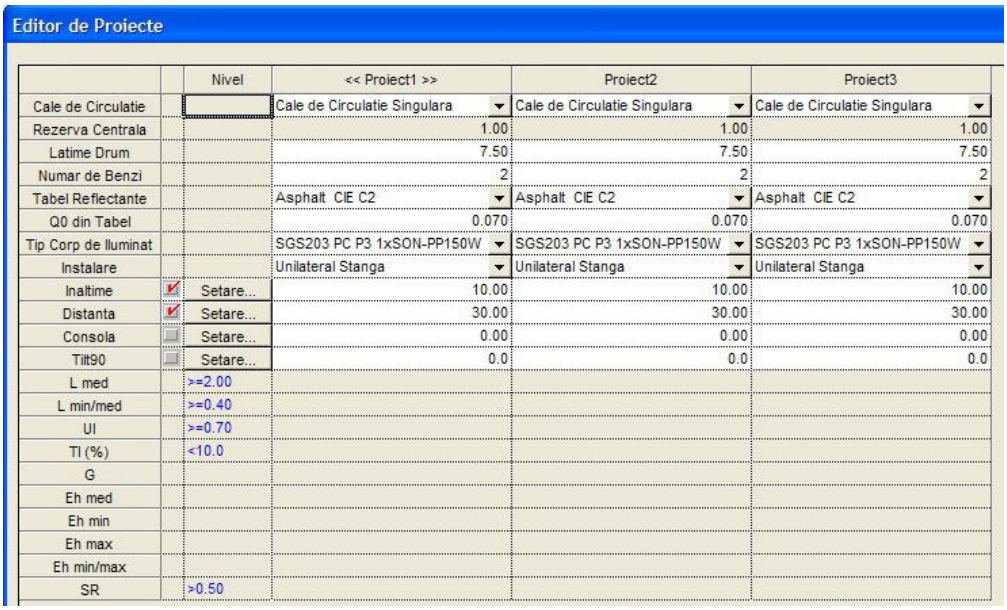
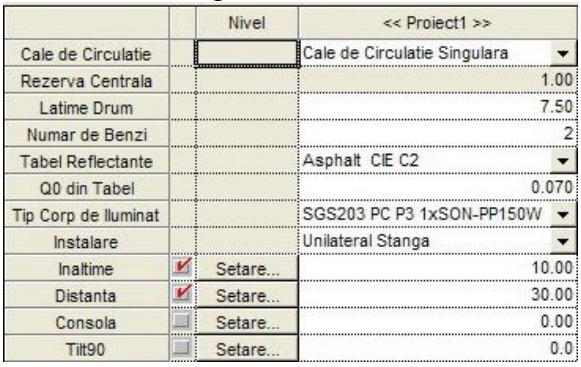
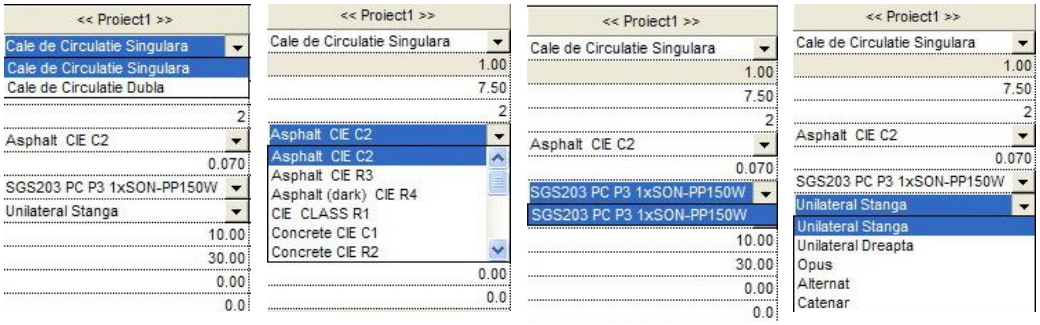



Fig. 8.31. Fereastra editorului de proiecte care urmează a fi completată.




a




b c d e

Fig. 8.32. Câmpurile **Editorului de Proiecte**.

Câmpul corespunzător lăţimii drumului se completează cu valoarea numerică corespunzătoare căii de circulaţie alese, aşa cum este recomandată de tabelul 8.2.

Clasificarea cailor rutiere conform STAS 10.144/3

*Tabelul 8.2*

| Felul străzii | Numărul de benzi | Lăţimea unei benzi, m | Lăţimea carosabilului, m |
|---|---|---|---|
| Magistrale | 6 | 3.5 | 21 |
| De legătură | 4 | 3.5 | 14 |
| Colectoare | 2 | 3(3.5) | 6(7) |
| De deservire | 1 | 3(3.5) | 3(3.5) |

Numărul benzilor de circulaţie pe un sens se stabileşte de către utilizator în conformitate cu cerinţele proiectului.

Câmpul intitulat **"Tabel Reflectante"** permite de fapt alegerea unui anumit tip de carosabil din lista rulantă care se deschide, aşa cum se poate vedea în figura 8.33,c.

Implicit, câmpul următor, corespunzător coeficientului mediu de luminanţă, este completat automat de către program cu valoarea numerică corespunzătoare carosabilului ales. Tabelul 8.3 prezintă coeficienţii medii de luminanţă utilizaţi de programul **Calculux Drum.**

Câmpul corespunzător alegerii aparatului de iluminat din figura 8.32,d este completat din lista rulantă care se poate deschide şi care conţine toate aparatele de iluminat .

Modalitatea de instalare a aparatelor de iluminat se stabileşte

din lista rulantă prezentată în figura 8.32, e.

Câmpurile corespunzătoare parametrilor amplasării, adică înălţimea de suspendare a aparatelor de iluminat, distanţa dintre acestea, distanţa de la bordură la centrul proiecţiei aparatului de iluminat denumită **Consolă** în cadrul programului, precum şi unghiul de înclinare al braţului stâlpului faţă de orizontală denumit **Tilt 90,** se pot completa individual cu valorile numerice dorite, sau se pot stabili domeniile de variaţie ale acestor parametri în limitele corespunzătoare, prin apelarea ferestrelor de dialog prezentate în figura 7.10. Dacă s-a apelat la aceste ferestre de dialog, atunci programul permite optimizarea acestor parametri de amplasare în vederea obţinerii celei mai potrivite soluţii din acest punct de vedere.

Coeficienţi medii de luminanţă pentru suprafeţe exterioare

*Tabelul 8.3*

| Tipul suprafeţei utilizate | $q_0$ |
|---|---|
| Beton CIE C1 | 0.10 |
| Asfalt CIE C2 | 0.07 |
| Asfalt CIE C3 | 0.07 |
| Asfalt întunecos CIE R4 | 0.08 |
| Suprafaţă udă Wl | 0.11 |
| Suprafaţă udă W2 | 0.15 |
| Suprafaţă udă W3 | 0.20 |
| Suprafaţă udă W4 | 0.25 |
| Clasa Rl CIE | 0.10 |
| Beton CIE R2 | 0.07 |
| NI difuz | 0.10 |
| N2 beton | 0.07 |

| | |
|---|---|
| N3 asfalt | 0.07 |
| N4 asfalt | 0.08 |
| ZOAB (suprafaţă poroasă) | 0.10 |
| Asfalt poros (UK) | 0.05 |

În urma completării acestor câmpuri, pe ecran apare reprezentarea în plan (vederea de sus) a modalităţii de amplasare a aparatelor pentru sistemul de iluminat ales, ca în figura 8.33.

Dacă se optează pentru alegerea unei căi de circulaţie duble (fîg.8.32,b), atunci modalităţile de amplasare ale aparatelor de iluminat se selectează din lista rulantă din figura 8.34, a, iar reprezentarea în plan (vederea de sus) a variantei alese - amplasare dublu central şi opusă în cazul de faţă, este prezentată în figura 8.34, b.În cazul căii de circulaţie duble, câmpul corespunzător **rezervei centrale** (zonei axiale de securitate), devine activ şi se completează de către utilizator.

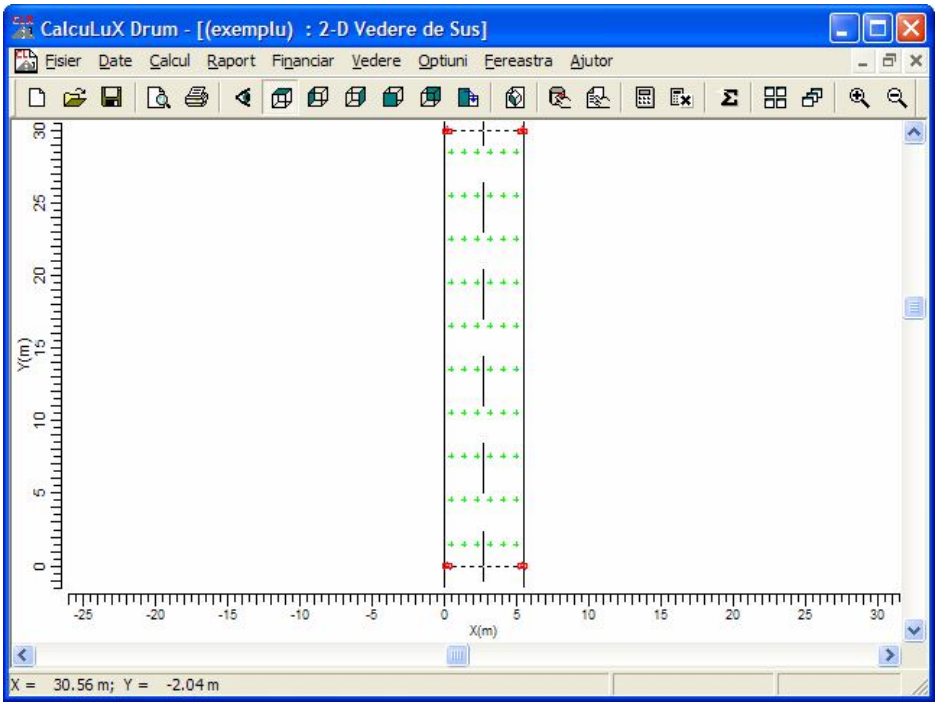
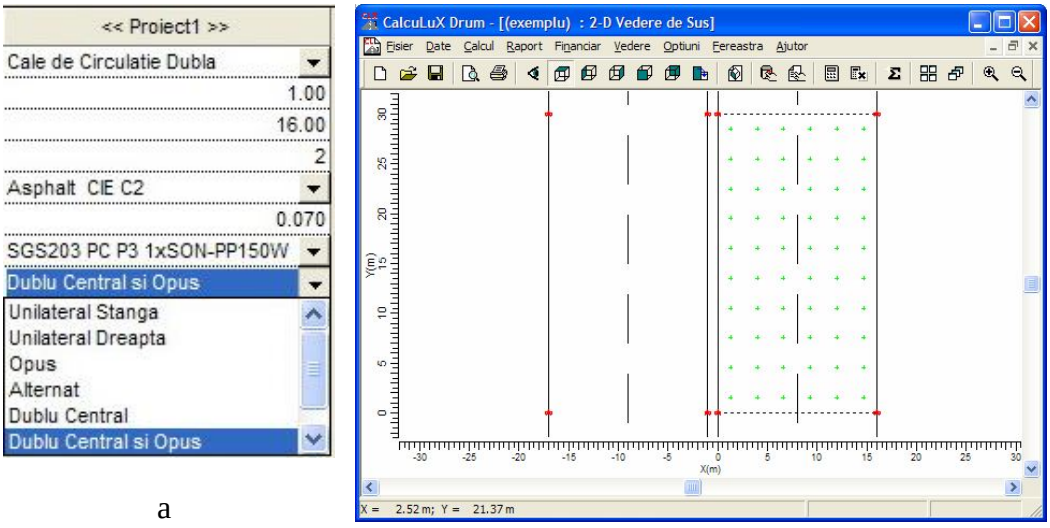

CalcuLuX Drum - [(exemplu) : 2-D Vedere de Sus]
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
Y(m)
X(m)
X = 30.56 m; Y = -2.04 m

Fig. 8.33. Amplasarea în plan (vedere de sus) a aparatelor de iluminat ale sistemului ales.

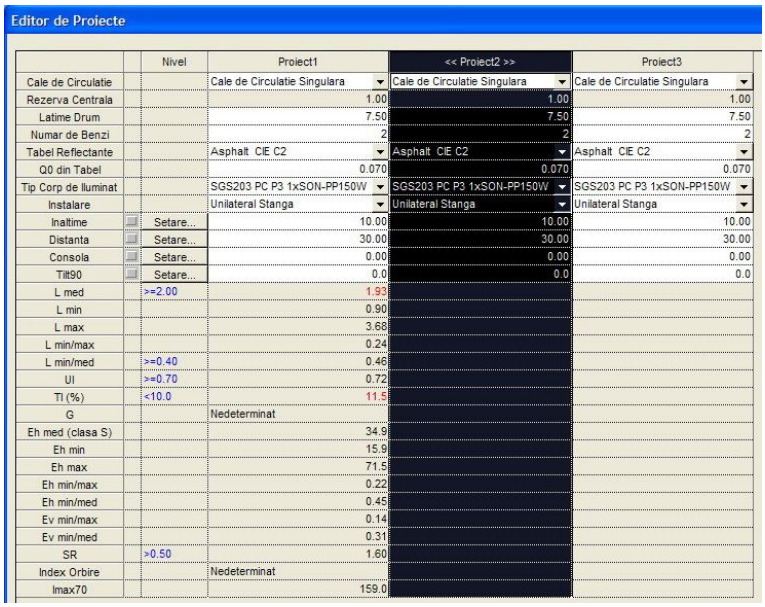



a b

Fig. 8.34. Amplasarea aparatelor de iluminat pentru o autostradă: a– lista rulantă; b–vedere de sus sistem de iluminat dublu central opus.

### *3.3. Calcul- soluţii de iluminat*

Din meniul **Date** se selectează opţiunea **Proiecte;** se poziţionează cursorul pe bara de sus a **Editorului de Proiecte** corespunzător variantei dorite spre calcul şi vizualizare, apăsându-se butonul din stânga până când coloana corespunzătoare se înnegreşte, ca în figura 8.35.




| | | Nivel | Proiect1 | << Proiect2 >> | Proiect3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Cale de Circulatie | | | Cale de Circulatie Singulara | Cale de Circulatie Singulara | Cale de Circulatie Singulara |
| Rezerva Centrala | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Latime Drum | | | 7.50 | 7.50 | 7.50 |
| Numar de Benzi | | | 2 | 2 | 2 |
| Tabel Reflectante | | | Asphalt CIE C2 | Asphalt CIE C2 | Asphalt CIE C2 |
| Q0 din Tabel | | | 0.070 | 0.070 | 0.070 |
| Tip Corp de Iluminat | | | SGS203 PC P3 1xSON-PP150W | SGS203 PC P3 1xSON-PP150W | SGS203 PC P3 1xSON-PP150W |
| Instalare | | | Unilateral Stanga | Unilateral Stanga | Unilateral Stanga |
| Inaltime | | Setare... | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Distanta | | Setare... | 30.00 | 30.00 | 30.00 |
| Consola | | Setare... | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Tilt90 | | Setare... | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| L med | | >=2.00 | 1.93 | | |
| L min | | | 0.90 | | |
| L max | | | 3.68 | | |
| L min/max | | | 0.24 | | |
| L min/med | | >=0.40 | 0.46 | | |
| UI | | >=0.70 | 0.72 | | |
| TI (%) | | <10.0 | 11.5 | | |
| G | | | Nedeterminat | | |
| Eh med (clasa S) | | | 34.9 | | |
| Eh min | | | 15.9 | | |
| Eh max | | | 71.5 | | |
| Eh min/max | | | 0.22 | | |
| Eh min/med | | | 0.45 | | |
| Ev min/max | | | 0.14 | | |
| Ev min/med | | | 0.31 | | |
| SR | | >0.50 | 1.60 | | |
| Index Orbire | | | Nedeterminat | | |
| Imax70 | | | 159.0 | | |

Fig. 8.35. Aspectul **Editorului de Proiecte** premergător calculului.

| | | Nivel | << Proiect1 >> | Proiect2 | Proiect3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Cale de Circulatie | | | Cale de Circulatie Singulara | Cale de Circulatie Singulara | Cale de Circulatie Singulara |
| Rezerva Centrala | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Latime Drum | | | 7.50 | 7.50 | 7.50 |
| Numar de Benzi | | | 2 | 2 | 2 |
| Tabel Reflectante | | | Asphalt CIE C2 | Asphalt CIE C2 | Asphalt CIE C2 |
| Q0 din Tabel | | | 0.070 | 0.070 | 0.070 |
| Tip Corp de Iluminat | | | SGS203 PC P3 1xSON-PP150W | SGS203 PC P3 1xSON-PP150W | SGS203 PC P3 1xSON-PP150W |
| Instalare | | | Unilateral Stanga | Unilateral Stanga | Unilateral Stanga |
| Inaltime | | Setare... | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Distanta | | Setare... | 30.00 | 30.00 | 30.00 |
| Consola | | Setare... | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Tilt90 | | Setare... | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| L med | | >=2.00 | | | |
| L min | | | | | |
| L max | | | | | |
| L min/max | | | | | |
| L min/med | | >=0.40 | | | |
| UI | | >=0.70 | | | |
| TI (%) | | <10.0 | | | |
| G | | | | | |
| Eh med (clasa S) | | | | | |
| Eh min | | | | | |
| Eh max | | | | | |
| Eh min/max | | | | | |
| Eh min/med | | | | | |
| Ev min/max | | | | | |
| Ev min/med | | | | | |
| SR | | >0.50 | | | |
| Index Orbire | | | | | |
| Imax70 | | | | | |

Fig. 8.36. **Editorul de Proiecte** înaintea optimizării.

Programul ne permite şi calcularea concomitentă a tuturor variantelor sistemelor de iluminat luate spre studiu.

Se procedează în mod similar, poziţionând cursorul pe bara de sus a **Editorului de Proiecte** şi marcând toate variantele alese, până când se înnegresc toate coloanele, ca în figura 8.36.

Dacă se doreşte optimizarea parametrilor amplasării, după ce coloanele s-au înnegrit, se apasă butonul optimizare în loc de calculare, ca şi în cazul calculului unei singure variante.

Există totodată facilitatea de a se modifica variantele alese prin multiplicarea lor şi schimbarea unor parametri, precum şi posibilitatea ştergerii unor variante.

Se apasă butonul **OK**, după care din meniul **Calcul** se selectează opţiunea **Afişare Rezultate,** în acest moment, programul calculează parametrii luminotehnici ceruţi şi se deschid ferestrele de prezentare a rezultatelor, ca în figura 8.37.

Se afişează ferestrele corespunzătoare variantei selectate (înnegrite) sau a ultimei variante calculate, în cazul optimizării.

După vizualizarea ferestrelor, acestea se închid rând pe rând, rămânând pe ecran modalitatea de amplasare în plan a aparatelor (vederea de sus) a sistemului de iluminat.

Valorile parametrilor luminotehnici care definesc un iluminat de calitate, se pot vizualiza separat într-o fereastră, prin selectarea opţiunii **Parametrii Calitativi** (fig. 8.24), din meniul **Calcul,** cu rezultate dispuse in cascada.

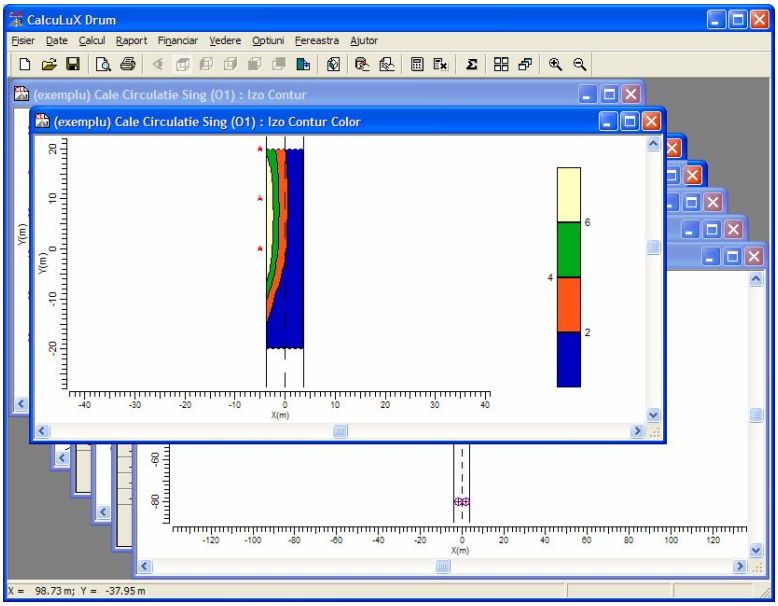

CalcuLuX Drum
Fisier Date Calcul Raport Financiar Vedere Optiuni Fereastra Ajutor
(exemplu) Cale Circulatie Sing (01) : Izo Contur
(exemplu) Cale Circulatie Sing (01) : Izo Contur Color
Y(m)
X(m)
X = 98.73 m; Y = -37.95 m

Fig. 8.37. Ferestre cu rezultate dispuse în cascadă.

## *3.4. Documente si activităţi finale*

**-Elaborarea rapoartelor.** Rapoartele se pot vizualiza pe ecran prin selectarea opţiunii **Tipărire Ecran** din meniul **Raport,** sau se pot tipări prin selectarea opţiunii **Tipărire Raport.**

**-Salvarea soluţiilor sistemului de iluminat.** Din meniul Fişier se selectează opţiunea **Salvare ca...** atribuindu-i un nume proiectului, după care se tastează butonul **OK.**

**-închiderea programului.** Din meniul **Fişier** se selectează opţiunea **Ieşire.**

**Intrebari**

-Ce posibilitati de utilizare si aplicatii are programul Calculux Drum ?
-Care sunt meniurile principale ale programului ?
-Ce posibilitati de optimizare ofera programul?
-Cum putem aprecia costurile financiare cu ajutorul Calculux drum ?
-Cum permite programul calculul concomitent al mai multor variante ?

# CAPITOL 9

# PROGRAMUL DIALUX IN PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT

# LUCRAREA 9

# PROGRAMUL DIALUX
# IN PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT

## Scopul lucrării

Lucrarea are ca scop familiarizarea cu programul **Dialux.** Programul este furnizat de compania DIAL Gmbh (Philips) şi ţine seama de cele mai noi standarde şi tendinţe în realizarea calculelor luminotehnice fiind pus la dispoziţia studenţilor în vederea calculării sistemelor de iluminat interior şi exterior.

## 1. Prezentarea programului DIALux

### *1.1 Consideraţii generale*

DIALux este un program de design al corpurilor de iluminat pentru calcularea şi vizualizarea instalaţiilor de iluminat interior şi exterior în vederea obţinerii soluţiei tehnice optime, care să satisfacă atât cerinţe economice cât şi estetice. Programul DIALux este un obiect de marketing la îndrumarea fabricanţilor industriali pentru prezentarea individuală a corpurilor de iluminat.

Acest program este extrem de uşor de utilizat, putându-se insera elemente de mobilier, se pot modifica dimensiunile încăperii precum şi a obiectelor si poziţia acestora. Pot fi inserate plafoane şi pardoseli, coloane si stâlpi, elemente de tâmplărie. Poate importa

desene realizate în programe tip CAD-dwg sau dxf. Exportul în DXF şi DWG oferă posibilităţi cum ar fi:

- multe opţiuni, isolinii definite liber cu multe setări;
- exportul valorilor schemelor in pagini diferite;
- selectarea detaliilor unei scene pentru exportul comun;
- posibilitatea separării iluminărilor;
- editarea liberă a dizainului corpurilor de iluminat pentru exportare;
- mulde detalii a corpurilor de iluminat în legendă şi vizualizarea aranjării acestora;
- vizualizarea directă a fişierului exportat în DIALux.

Rezultatele pot fi exportate sub formă de pdf., jpg., avi., dialux, iar rezultatele calculelor pot fi exportate către programe tip CAD şi să realizeze o vizualizare tip fotorealistică având înglobat un Ray-trace.

DIALux permite şi realizarea proiectului de instalaţii electrice, având posibilitatea de a efectua şi un studiu detaliat de iluminare al încăperilor, studiu ce are ca scop amplasarea optimă a corpurilor de iluminat. Este posibilă realizarea unei etape de optimizare în care să se analizează gradul de luminare al camerelor ţinând cont de texturile mobilierului şi ale pereţilor, de zonele de umbră rezultate din aşezarea mobilei etc., etapă ce nu era posibil realizabilă cu programul Calculux. În final se poate obţine şi o hartă a distribuţiei luminii în încăpere în funcţie de care se alege puterea şi amplasarea corpurilor de iluminat. Un avantaj al programului DIALux este şi faptul că există posibilitatea de a plasa şi celelalte echipamente electrice - prize comutatoare, tabloul de comandă, programul realizând automat legăturile dintre ele şi generând o listă de materiale, după care pot fi plasate traseele pentru patul de cabluri în

funcţie de opţiunea proiectantului: în pardoseală, în plintă etc.

## *1.2 Meniurile principale ale programului DIALux*

Figura 9.1 prezintă bara de meniuri şi instrumente a programului **DIALux** care cuprinde următoarele meniuri: **Fişier, Editare, Vedere, CAD, Captură, Adăugare, Selecţie corpuri de iluminat, Rezultate, Fereastră, Online şi ?(Ajutor).** Câteva dintre acestea vor fii prezenta detaliat în ceea ce urmează.

Figura 9.1. Bara de meniuri a programului **DIALux**

### *1.2.1.Meniul **Fişier***

La fel ca şi celelalte meniuri intitulate "Fişier" din sistemul de operare Windows, şi acesta permite deschiderea unui proiect (fişier) nou sau existent deja, închiderea, salvarea, importarea sau exportarea, tipărirea la imprimantă a acestuia, precum şi accesarea setărilor programului DIALux.

### *1.2.2.Meniul **Editare***

Pe lângă opţiunile generale, ca şi în cazul unei ferestre Windows, acest meniu cuprinde următoarele opţiuni: **Aliniere şi**

**distribuire, Copiere de-a lungul unei linii şi Copiere de-a lungul unei linii ajutătoare, Editare geometrie spaţiu, Editare obstrucţii lumina zilei, Editare suprafaţă de calcul, Combinare mobilă şi Despărţire mobilă, şi Setare punct de iluminat.**

***a)* Aliniere şi distribuire.** Cu ajutorul acestei opţiuni se poate specifica orientarea corpurilor de iluminat. Alinierea se poate face la stânga, la dreapta, în faţă, în spate, în sus, şi în jos, şi centrală după cele trei axe de coordonate X, Y şi Z. La fel şi distribuirea acestora putându-se face după cele trei axe.

***b)* Copiere de-a lungul unei linii şi Copiere de-a lungul unei linii ajutătoare.** Pentru a duplica elementele din fereastră se pot utiliza aceste opţiuni care permit copierea mai multor obiecte deodată de-a lungul unei linii.

***c)* Editare geometrie spaţiu.** Editarea unei suprafeţe a unei camere, a geometriei acesteia, se poate realiza în mod liber cu ajutorul cursorului. La apelarea acestei opţiuni, în partea stângă va apărea în fereastra *„Proiect manager”* submeniul *„Editor spaţiu”* unde se pot vizualiza modificările făcute asupra suprafeţei, lungimea, lăţimea şi înălţimea acesteia.

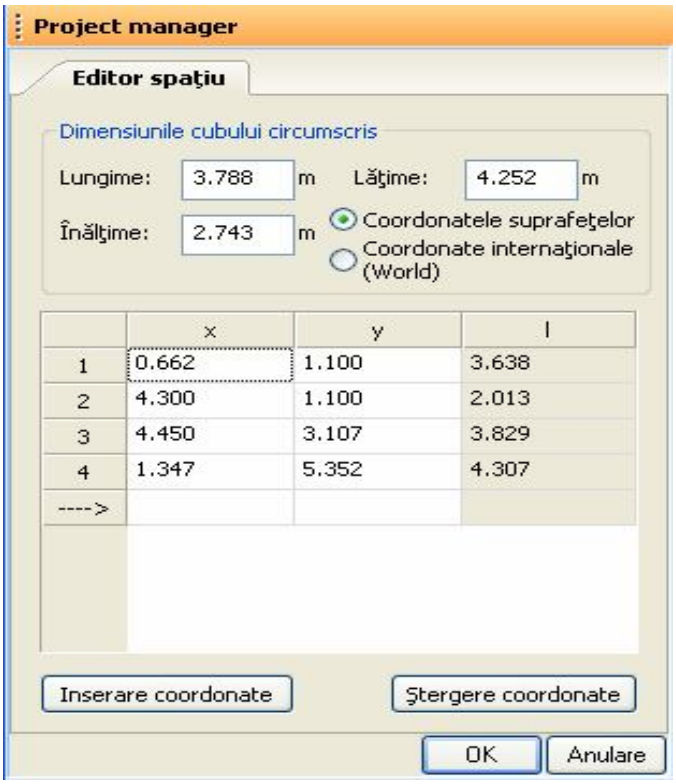



Figura 9.2. Fereastra „Editor spaţiu”.

***d)* Editare obstrucţii lumina zilei.** În DIALux se poate lua în considerare şi obstrucţia luminii. Pentru acest lucru este necesar sa fie definită în CAD. Selectând această opţiune camera este vizualizată din exterior, obiectele putând fi aşezate arbitrar în jurul acesteia.

***e)* Editare suprafaţă de calcul.**

În ramura mobilier se pot introduce suprafeţe de calculare. Pentru aceasta se selectează *Suprafaţă de calcul* şi se vor muta obiectele necesare prin Drag & Drop în fereastra CAD. Modul de calculare putând fi editat, este astfel posibilă calcularea planelor verticale şi orizontale şi iluminarea directă a camerei în plan şi de asemenea semicilindrică şi cilindrică.

***f)* Combinare mobilă şi Despărţire mobilă.**

Combinarea este o particularitate foarte importantă pentru calcule. Altfel DIALux va introduce fiecare suprafaţă în calculare, chiar dacă acestea sunt ascunse şi nevizibile.

***g)* Setare punct de iluminat.**

În DIALux aranjarea corpurilor de iluminat este realizată cu funcţia *Setare punct de iluminat,* care permite alinierea razei galbene (gama = 0) cu orice punct a unei suprafeţe selectate. Alinierea corpurilor de iluminat este mai simplificată în DIALux, astfel că şi punctul Gama 0 a corpurilor de iluminat poate fi aliniat opţional la valoarea maximă a intensităţii luminoase. Pentru selectarea punctului de iluminat trebuie mai întâi introdus după care selectat un corp de iluminat. Apoi se va utiliza opţiunea *Setare punct de iluminat*, după care se selectează cu clik poziţia(suprafaţa mobilei) care se doreşte să fie iluminată.

### *1.2.3.Meniul **Vedere***

În ajutorul utilizatorului şi îndeosebi a proiectantului, DIALux oferă posibilitatea vizualizării suprafeţei de lucru atât în 2D cât şi 3D. Din meniul *Vedere* se poate selecta opţiunea **3D imagine standard** (această opţiune mai poate fi selectată utilizând tasta F8), care permite vizualizarea imaginii în format 3D, ca în figura 9.3 unde se poate observa imaginea în ansamblu al proiectului curent, putându-se spune că este o imagine de prezentare a încăperii.

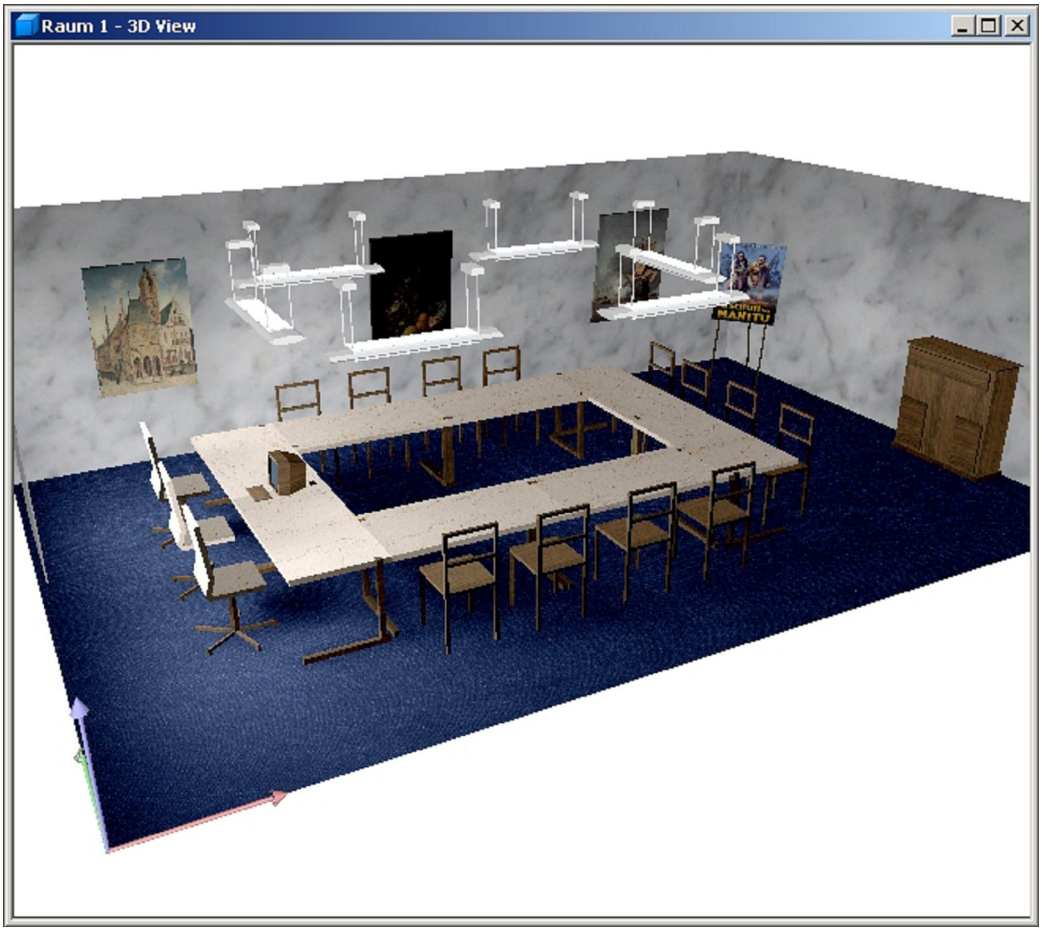



Figura 9.3. Vedere 3D a unei camere.

Alte opţiuni ce pot fi selectate de la acest meniu sunt: **Plan de bază(**sau tasta F9**), Imagine frontală**(sau tasta F10) **sau Vedere laterală**(sau tasta F11). Acestea sunt vederi 2D în planele X-Y, X-Z, respectiv Y-Z, şi permit ca editarea proiectului să fie mult mai uşoară, iar poziţionarea obiectelor să se realizeze în orice punct al încăperii.

Opţiunea **Reprezentare reţea de sârmă**(Ctrl+W) se poate utiliza când se proiectează pe un PC mai slab performant, înlăturând trepidaţiile ce pot apărea la deplasarea camerei în modul de vizualizare 3D. Opţiunea **Afişare texturi** afişează textura, structura obiectelor. Opţiunea **Reprezentare 3D a distribuţiei luminii**, este utilizată la verificarea aşezării corecte a corpurilor de iluminat cu distribuţie asimetrică. DIALux, prin meniul *Vedere* mai oferă: afişarea intensităţii luminoase ale unui corp de iluminat, afişarea izoliniilor, afişarea liniilor ajutătoare, a riglei planurilor şi a gridului, reglarea luminozităţii şi egalizare alb.

### *1.2.4.Meniul **CAD***

Meniul **CAD** (Computer aided design) oferă asistenţa necesară pentru selectarea, folosirea zoom-ului, rotirea, deplasarea, devierea imaginii de design ce se realizează.

Acest meniu mai oferă şi posibilitatea introducerii unui filtru de selecţie a obiectelor. Dacă se doreşte editarea corpurilor individual, mai întâi trebuie schimbat acest filtrul de selecţie. Filtrele ce pot fi selectate sunt:

- permiterea sau nu a selecţiei de aranjamente ale *corpurilor de iluminat;*
- permiterea sau nu a selecţiei de corpuri de *iluminat*

*singulare;*

- permiterea sau nu a selecţiei de *componente orientabile ale corpului de iluminat;*
- permiterea sau nu a selecţiei de *mobilă;*
- permiterea sau nu a selecţiei de *suprafeţe şi elemente ale spaţiului;*
- permiterea sau nu a selecţiei de *ferestre, uşo, suprafeţe de calcul;*
- permiterea sau nu a selecţiei de *puncte de calcul;*
- permiterea sau nu a selecţiei de *linii ajutătoare.*

În cazul în care se doreşte revenirea la o poziţie anume a imaginii, aceasta se poate realiza utilizând opţiunea *salvare imagine cameră foto* din acest meniu în momentul în care se doreşte ca imaginea curentă să fie salvată pentru a se putea revenii la aceasta, după care în orice moment, se poate folosii opţiunea *refacere imagine cameră foto* de unde se selectează acea poziţie la care dorim să revenim.

O altă opţiune selectabilă din acest meniu este *măsurare distanţă*, cu ajutorul căreia se poate măsura distanţa între oricare două puncte a suprafeţei.

### *1.2.5.Meniul **Adăugare***

După crearea unui proiect nou, din meniul *Adăugare* se poate selecta un spaţiu, o scenă exterioară sau o stradă exterioară care urmează a fi amenajate după cum doreşte utilizatorul. După selectarea unei scene, în fereastra *project manager* pot fi introduse detaliile referitoare la aceasta. De exemplu dacă se selectează un *spaţiu* atunci în fereastra *project manager* va apărea submeniul

*editor spaţiu* (figura 9.2) unde se poate introduce lungimea, lăţimea şi înălţimea încăperii.

Opţiunea **aranjamentul corpurilor de iluminat** permite selectarea unui mod de amplasare a corpurilor de iluminat. În cazul în care este ales ca scenă un *spaţiu*, corpurile de iluminat pot fi poziţionate individual, în line, în cerc sau inserate ca şi câmp de corpuri de iluminat, numărul acestora putând fi ales, la fel şi poziţionarea acestora în interiorul încăperii. În cazul în care se alege o *stradă standard* ca şi scenă atunci poate fi introdus ca aranjament a corpurilor de iluminat *aranjamentul stradal*. La această scenă, *stradă standard*, din submeniul *element de stradă* pot fi introduse *benzile de parcare, trotuarul, spaţiul verde, banda pentru biciclişti sau banda de urgenţă.*

Din meniul **Adăugare**, în DIALux pot fi introduse într-o încăpere elementele ce contribuie la amenajarea acesteia, mobila, ferestre şi uşi, elemente de spaţiu(stâlpi, platforme, bolte, semibolte, cupole, etc.) şi totodată texturile din care sunt formate şi culorile acestora. Filtre ale culorilor sau culori ale luminii.

### *1.2.6.Meniul **Selecţie corpuri de iluminat***

DIALux pe lângă corpurile de iluminat din baza de date proprie, permite introducerea în proiect ale unor corpuri de iluminat a mai multor firme de instalaţii electrice cum ar fi: Elba, Philips Leuchten, Bega, I-Valo, Martini, Simes, etc. În cazul în care se doreşte utilizarea unui corp de iluminat ce nu aparţine firmei Dial, atunci se poate selecta din subramura *Catalog online* o altă firmă producătoare de corpuri de iluminat după care se va selecta modelul dorit al corpului de iluminat. Odată selectat un corp de iluminat

acesta este salvat în baza de date a programului, putând fi reutilizat ori de câte ori se doreşte acest lucru, ne mai fiind nevoie conectarea la baza de date online. Aceste corpuri recent utilizate se vor putea selecta din submeniul *Corpurile de iluminat utilizate ultima oară.*

*1.2.7.Meniul* ***Rezultate***

După finalizarea proiectului utilizatorul poate să selecteze opţiunea **Pornire calculare…** iar programul DIALux va realiza automat toate calculele necesare referitoare la proiect. După selectarea acestei opţiuni, în fereastra *Pornire calcul*(figura 9.4), se pot selecta spaţiile asupra cărora se realizează calculele şi obiectele sau corpurile de iluminat(toate, respectiv fără de acestea). După ce DIALux realizează calculele, se poate configura prezentarea rezultatelor prin opţiunea *Configurare rezultate*. Dacă se doreşte tipărirea unei singure pagini, după selectarea acesteia din subfereastra *Rezultate* de la *Project manager,* se apelează la opţiunea *Tipărire export ca o singură pagină.*

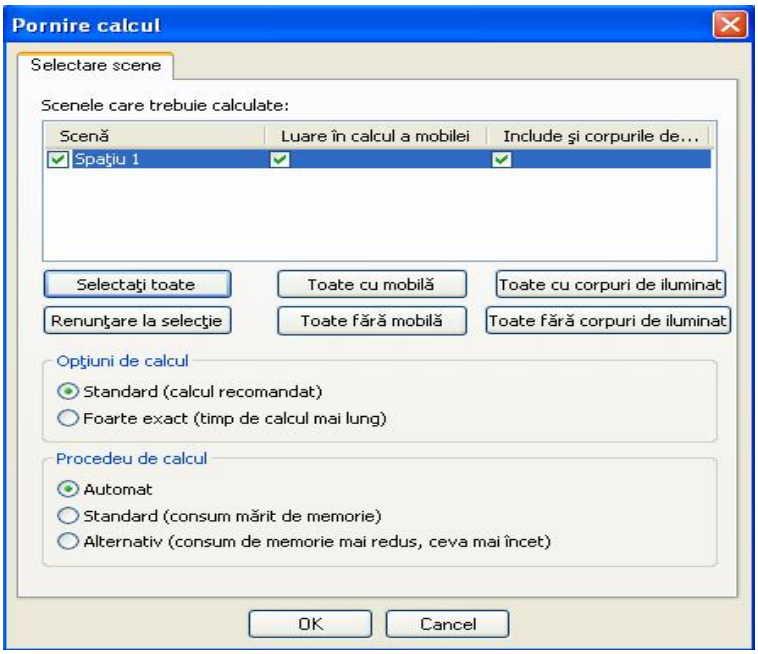



Figura 9.4. Pornire calcul.

## 3. Mersul lucrării

### *3.1. Configurarea cerinţelor*

Se selectează opţiunea **Asistenţi** din meniul **Fişier** aşa cum se vede în figura 9.5.

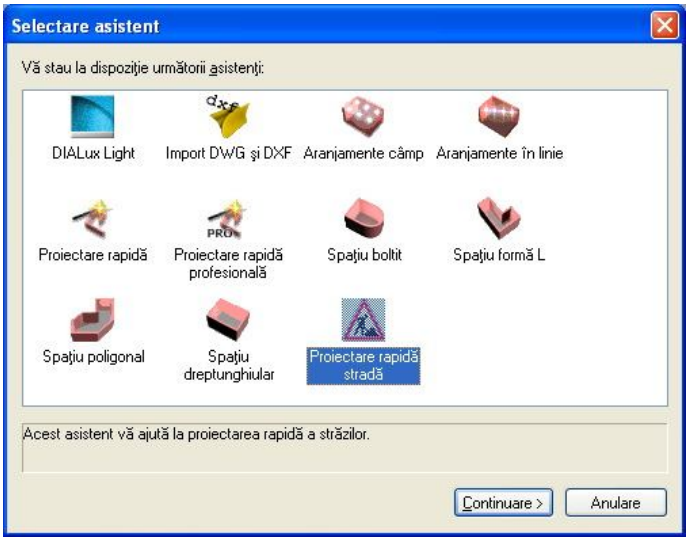



Figura 9.5. Selctare asistent de proiectare rapidă stradă.

Se selectează asistentul de **Proiectare rapidă stradă** unde se vor activa urmatoarele cerinţe:

- **Profilul străzii**
- **Clasa de iluminare**
- **Aranjamentul corpurilor de iluminat şi calculul străzii create**

### *3.1.1. Profilul străzii*

În această secţiune se vor introduce elementele singulare ale străzii, de asemenea şi proprietăţiele acestora (figura 9.6). Se va da un nume străzii în curs de proiectare, un factor de menţinere de 0,80.

Profilul străzii va fi alcătuită dintr-o bandă mediană cu o lăţime de 1 m, două şosele cu o lăţime de 6 m şi două benzi de circulaţie pe sens, o bandă pentru biciclişti cu o lăţime de 0,8 m şi două trotuare cu o lăţime de 1 m.

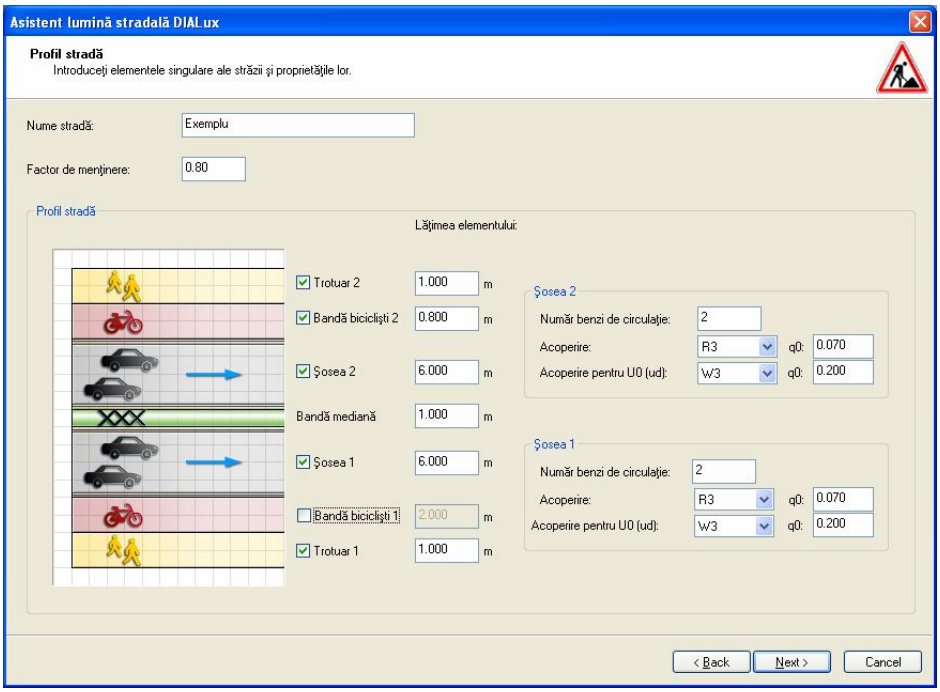



Figura 9.6. Introducerea elementelor singulare
ale străzii şi proprietăţile acestora.

După ce au fost introduse elementele singulare ale străzii şi proprietăţile acestora se va trece la următoarea secţiune al asistentului de proiectare rapidă prin apăsarea butonului „Next”.

### *3.1.2. Clasa de iluminare*

Pentru a defini cerinţele fotometrice impuse străzii în curs de proiectare, în această secţiune se vor introduce clasele de iluminare pentru elementele selectate în secţiunea anterioară. Se va utiliza un singur câmp de evaluare pentru toate elementele. Clasa de iluminare

aleasă pentru acest câmp de evaluare este clasa A3 (figura 9.7), după care se va trece la următoarea secţiune prin apăsarea butonului „Next”.

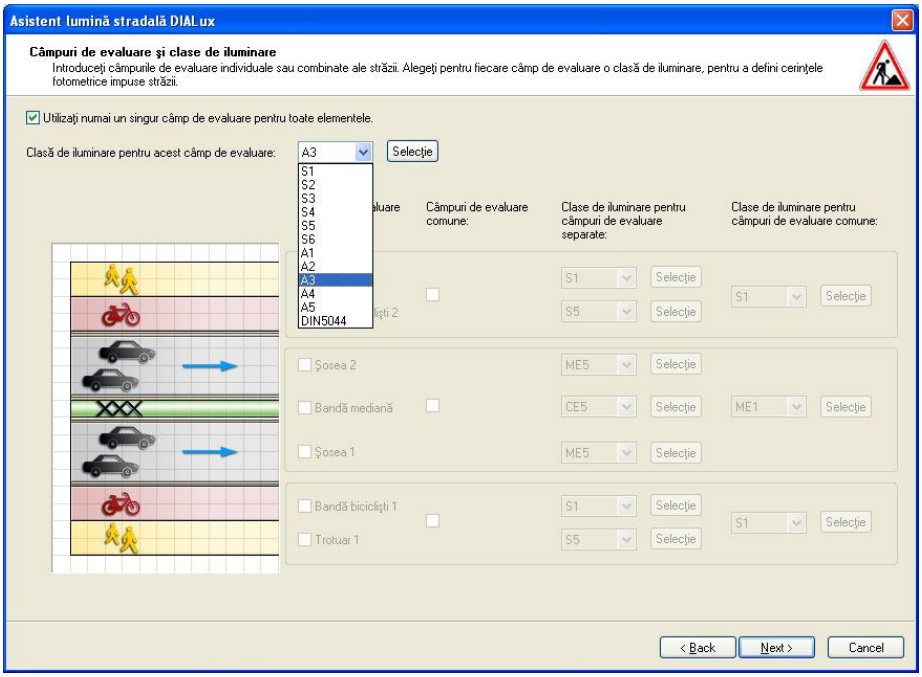



Figura 9.7. Alegerea clasei de iluminat.

### *3.1.3. Aranjamentul corpurilor de iluminat şi calculul străzii create*

În această secţiune se va avea în vedere alegerea unui corp de iluminat optim pentru iluminarea străzii în curs de proiectare, aranjamentul acestui corp de iluminat şi, de asemenea, optimizarea parametrilor de aranjare în funcţie de cerinţele fotometrice deja definite.

Corpul de iluminat pe care-l vom folosi va fi unul al firmei producătoare Philips(vezi 2.2.6 – selectarea corpurilor de iluminat).

Modul de  aranjare a acestui corp de iluminat se face bilateral, faţă în faţă pe ambele părţi ale străzii.

Optimizarea parametrilor de aranjare pentru modul de aranjare ales şi în funcţie de cerinţele fotometrice deja definite se va face prin simpla apăsare a butonuilui „Pornire optimizare” (figura 9.8).

După verificarea calculelor facute în urma optimizării se va trece la următoarea secţiune al asistentului pentru proiectare rapidă, şi anume încheierea acesteia prin apăsarea butonului „Finish”, nu înainte de a selecta opţiunea de calculare imediată a străzii create. Acest calcul se face în mod similar descrierii făcute la paragraful 2.2.7.

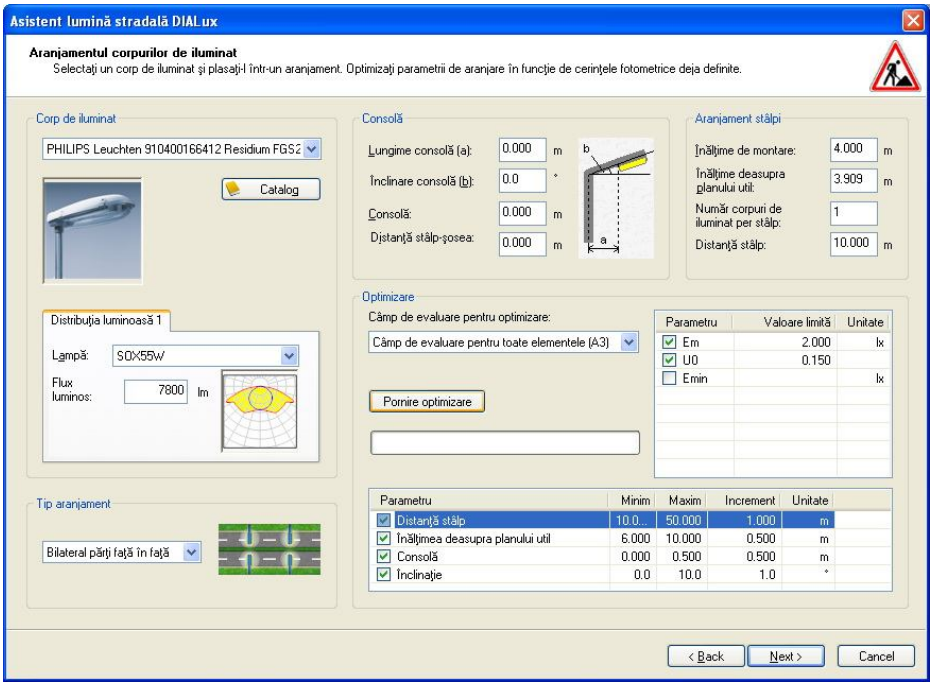



Figura 9.8. Aranjamentul corpurilor de iluminat.

## *3.2. Particularizare stradă*

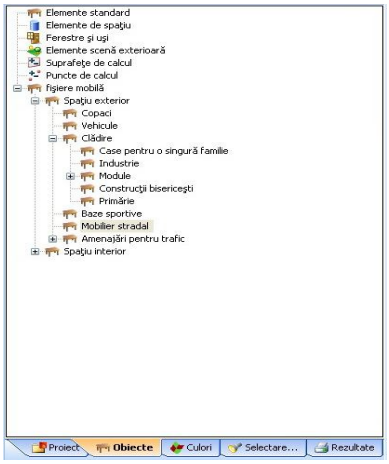
În urma proiectării străzii se pot face anumite particularizări a

acesteia prin adăugarea unor noi elemente de stradă sau a diferitelor obiecte şi texturi pentru a avea un stil aspectuos.

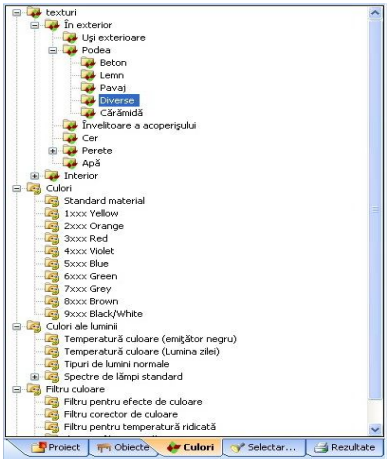
În fereastra „Manager proiect”, în submeniul Aranjament (figura 9.9a) se va adăuga două spaţii verzi dealungul trotuarelor şi benzii pentru biciclişti. La aceste spaţii verzi se vor adăuga diferite obiecte stradale cum ar fi copaci, bănci, locuri de parcare a bicicletelor (figura 9.9b) aflate în submeniul „Obiecte” din cadrul meniului „Manager Proiect”.

Din submeniul „Culori” se vor selecta texturile dorite (figura 9.9c) pentru banda mediană, banda pentru biciclişti şi trotuar. Toate aceste obiecte şi texturi se vor adăuga la priect prin utilizarea funcţiei „Drag and Drop” al sistemului de operare Windows.

a




b




c

Figura 9.9. a. Aranjamentul elementelor stradale;
b. Inserare obiecte; c. Inserare texturi, culori.

Imaginea 3D a străzii proiectate este dată în următoarea figură.

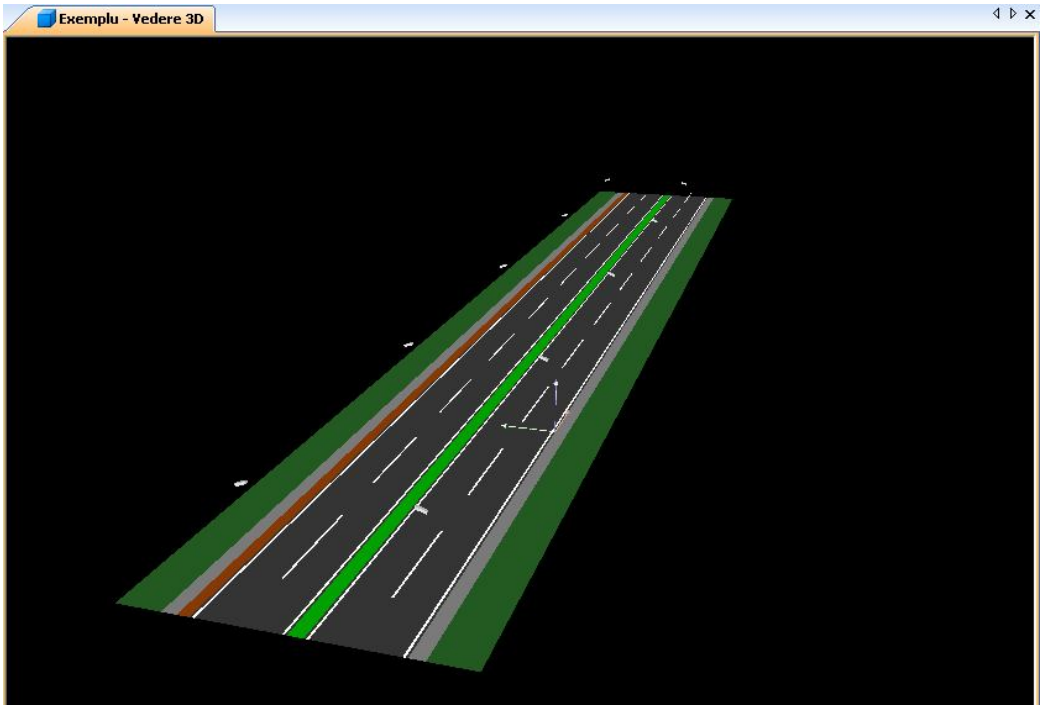



Figura 9.10. Vedere 3D a unei străzi realizate în DIALux.

### *3.3. Activităţi finale*

***a)* Salvarea soluţiilor sistemului de iluminat.** Din meniul Fişier se selectează opţiunea **Salvare** atribuindu-i un nume proiectului, după care se tastează butonul **OK.**

***b)* Închiderea programului.** Din meniul **Fişier** se selectează opţiunea **Terminare.**

# ANEXE

**ANEXA 1**

## Coeficientul de cerere kc şi factorul de putere cerut cos φc pentru diferite categorii de receptoare

| Denumirea receptoarelor | kc | cos φc | Observaţii |
|---|---|---|---|
| **0** | **1** | **2** | **3** |
| **a) Receptoare electromecanice** | | | |
| Acţionarea carului de transfer | 0,55-0,65 | 0,6 | Uzine metalurgice |
| Aeroterme | 0,7 | 0,8 | |
| Alimentatoare:<br>- cu bandă şi cu disc<br>- cu discuri, plăci sau tambure<br>- cu plăci şi de reagenţi | <br>0,7<br>0,45-0,60<br>0,87 | <br>0,72<br>0,5-0,75<br>0,84 | Metalurgia metalelor neferoase. Valori mari - uzine cocsochim. |
| Cabestan | 0,55 | 0,7 | |
| Ciururi | 0,55-0,65 | 0,6-0,7 | |
| Clasoare | 0,85 | 0,80 | Metalurgia metalelor neferoase. |
| Concasoare<br>- conice<br>- cu ciocane<br>- cu fălci | 0,65<br>0,7<br>0,9-1<br>0,68 | 0,75-0,8<br>0,8<br>0,8<br>0,71 | Metalurgia metalelor neferoase. Valori mari - uzine cocsochim.<br>Metalurgia metalelor neferoase. |
| Compresoare<br>acţionate cu motor asincron<br>acţionate cu motor sincron | 0,8<br>0,75<br>0,75 | 0,8<br>0,8<br>1,0 | Uzine metalurgice. |
| Conveioare, transportoare | 0,5-0,6 | 0,5-0,75 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Culbutor de vagoane | 0,35 | 0,65 | Uzine metalurgice. |
| Elevatoare, şnecuri<br>- lucrând separat (fără blocaj)<br>- funcţionând electroblocat | 0,45-0,5<br>0,6-0,65 | 0,7-0,75<br>0,75 | |
| Exhaustoare<br>la fabricile de aglomerare | 0,75-0,8<br>1 | 0,78-0,9<br>0,9 | Secţii de cuptoare Martin. |
| Foarfece de tăiere la rece | 0,45-0,5 | 0,65 | |
| Grupuri motor-generator | 0,65 | 0,8 | |
| Împingător de cocs | 0,17-0,2 | 0,75 | |
| Instalaţii de îndepărtare a spumei | 0,95 | 0,75 | Metalurgia metalelor neferoase. |
| Instalaţii de preparat amestecuri de formare | 0,4 | 0,7 | |
| Instalaţii de preparare a pământului şi nisipurilor | 0,6-0,8 | 0,8 | |
| Locomotive electrice | 0,17-0,2 | 0,75 | |
| Masă | | | |
| - de concentrat<br>- de dozare<br>- de stivuire | 0,6<br>0,35<br>0,16 | 0,7<br>0,5<br>0,8 | Metalurgia metalelor neferoase.<br>Secţii cocsochimice.<br>Uzine metalurgice. |

**Anexa 1(continuare)**

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Macarale | | | |
| - cu DA = 25% | 0,1 | 0,5; 0,65 | cos φ = 0,5 pentru motoare cu |
| - cu DA = 40 % | 0,15-0,2 | 0,5; 0,65 | rotorul în scurtcircuit; |
| - cu graifere | 0,18 | 0,6 | cos φ = 0,65 pentru motoare cu |
| - cu magnet | 0,5 | 0,65 | rotor bobinat. |
| - din curtea de minereu | 0,5 | 0,7 | Uzine metalurgice. |
| - diverse | 0,11-0,18 | 0,6 | Uzine metalurgice. |
| - grindă, portal, turn | 0,18-0,2 | 0,5 | |
| Maşini | | | |
| - de flotaţie | 0,95 | 0,75 | Metalurgia metalelor neferoase. |
| - de încărcat | 0,2 | 0,5 | Secţii cocsochimice, |
| - de îndreptat laminate | 0,2 | 0,45 | metalurgice. |
| - de preparare pământuri | 0,4-0,45 | 0,75 | |
| - de sedimentat | 0,6 | 0,7 | Metalurgia metalelor neferoase. |
| - de tăiat lemn | 0,25 | 0,8 | Secţii cocsochimice. |
| Maşini unelte de prelucrat prin aşchiere | | | |
| - cu regim normal de funcţionare (strunguri, raboteze, maşini de frezat, mortezat, găurit, polizoare). | 0,12-0,14 0,16 | 0,5 0,6 | Producţie de serie mică. Producţie de serie mare. |
| - cu regim greu de lucru (strunguri de degroşat, automate, | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| revolver, de<br>alezaj, maşini de frezat dinţi; m. u.<br>mari; prese de stanţat şi cu excentric).<br>- cu regim foarte greu de lucru<br>(acţionare ciocane, maşini de forjat,<br>de trefilat; acţionarea tobelor de<br>decapare, a tamburelor de curăţire<br>etc.). | 0,2-0,25<br><br>0,3-0,4 | 0,6-0,65<br><br>0,65 | |
| Mori<br>- cu bile<br>- cu ciocane | 0,8-0,9<br>0,75 | 0,83-0,87<br>0,85 | |
| Motor-generator | 0,8 | 0,83 | |
| Pod transportor cu lanţ | 0,35 | 0,7 | Uzine metalurgice. |
| Pompe<br>- cu diafragmă, de filtrare, de ulei, verticale<br>- de alimentare<br>- de apă<br><br>- de steril<br>- de vid | 0,7<br>1<br>0,7-0,8<br>0,45<br>0,8-1<br>0,7 | 0,8<br>0,9<br>0,8-0,85<br>0,6<br>0,85-0,9<br>0,78 | Metalurgia metalelor neferoase. Secţii de cuptoare Martin.<br><br>Centrale hidraulice - prese. |

**Anexa 1(continuare)**

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Schip | 0,3 | 0,5 | |
| Screper pt. depozitul de concentrat | 0,2 | 0,7 | Metalurgia metalelor neferoase. |
| Stivuitoare | 0,3-0,35 | 0,6-0,75 | |
| Suflante | 0,8 | 0,6-0,8 | |
| Şnecuri | 0,6 | 0,7 | Vezi şi la elevatoare. |
| Transportoare<br>- cu bandă, lucrând izolate<br>- idem, interblocate<br>- cu role<br>- de concentrat în depozit<br>- pe pat de role | 0,5-1<br>0,35-0,45<br>0,5-0,6<br>0,25-0,35<br>0,4<br>0,3<br>0,3-0,35 | 0,4-0,85<br>0,55<br>0,6<br>0,6<br>0,75<br>0,82<br>0,88 | Uzine cocsochimice.<br><br><br><br>Uzine cocsochimice.<br>Metalurgia metalelor neferoase.<br>Uzine metalurgice. |
| Unelte electrice portabile | 0,1 | 0,45 | |
| Vagon de încărcare | 0,4 | 0,65 | Uzine cocsochimice. |
| Ventilatoare | 0,65-0,75<br>0,96 | 0,8<br>0,75-0,9 | Secţii de laminoare. |
| **b) Receptoare electrotermice** | | | |
| Agregate motor generator de sudare<br>- pentru un singur post<br>- pentru mai multe posturi | 0,3-0,35<br>0,6-0,7 | 0,5-0,6<br>0,6-0,7 | |
| Aparate mărunte de încălzire | 0,4-0,6 | 1 | |
| Maşini de sudare | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| - cap la cap şi prin puncte<br>- cu cusătură | 0,45-0,6<br>0,35-0,55 | 0,6<br>0,7 | |
| Motor generator<br>- de sudare pentru un singur post<br>- pentru cuptoare de medie frecvenţă | <br>0,35<br>0,8 | <br>0,6<br>0,8 | |
| Preîncălzirea electrică cu transportor a betonului, pământului şi conductelor | 0,7 | 0,75 | Construcţii. |
| Transformatoare de sudare cu arc | 0,35 | 0,35 | |
| **c) Receptoare electrochimice** | | | |
| Alchilare | 0,65 | 0,85 | Industria petrolieră. |
| Cracare termică, catalitică | 0,85 | 0,9 | Industria petrolieră. |
| Deparafinarea uleiurilor | 0,95 | 0,85 | Industria petrolieră. |
| Instalaţie de fracţionare cu gaz | 0,7 | 0,85 | Industria petrolieră. |
| Redresoare<br>- pt. instalaţii de acoperiri metalice<br>- pentru încărcat acumulatoare de electrocare | <br>0,5<br>0,6 | <br>0,7<br>0,7 | |

**Anexa 1(continuare)**

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| **d) Receptoare diverse** | | | |
| Condensatoare | 0,7 | 0,7 | Metalurgia metalelor neferoase. |
| Electrofiltre | 0,55 | 0,85 | |
| Automate de sudare cu arc | 0,4-0,5 | 0,6 | |
| Convertizoare de frecvenţă | 0,4-0,6 | 0,7-0,6 | |
| Cuptoare de inducţie de frecvenţă joasă<br>- fără compensarea energiei reactive<br>- cu compensarea energiei reactive | 0,75-0,8<br>0,72 | 0,35<br>0,95 | |
| Cuptoare de inducţie de înaltă frecv.<br>Cuptoare de topit minereuri (cu funcţionare continuă)<br>Cuptoare cu băi de săruri | 0,8<br>0,95<br>0,65 | 0,1<br>0,9<br>0,8 | Cu transformatoare trifazate de 6÷9 MVA |
| Cuptoare cu arc<br>- pentru topit oţel, de 0,5+1,51<br>- pentru topit oţel, de 3+101<br>- pentru metale neferoase | 0,65<br>0,75<br>0,78 | 0,8<br>0,9<br>0,75 | |
| Cuptoare cu rezistoare<br>- cu încărcare continuă<br>- cu încărcare periodică | 0,8-0,85<br>0,6 | 0,95-1<br>0,95-1 | |
| Cuptoare de uscat, fierbătoare de clei, băi etc. | 0,6 | 0,95 | |
| Dulapuri (etuve) de uscare | 0,7 | 1 | |
| Încălzitoare pentru nituri, bandaje etc. | 0,42 | 0,7 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Filtre de vid | 0,7 | 0,75 | Metalurgia metalelor neferoase. |
| Rezervoare cu contact | 0,65 | 0,65 | |
| Separatoare magnetice | 0,5 | 0,7-0,8 | Metalurgia metalelor neferoase. |
| Subansamble de umectare | 0,4-0,6 | 0,5-0,6 | Construcţii. |
| **e) Receptoare de iluminat** | | | |
| Centrale şi staţii energetice | 0,9 | fluorescent compensat | |
| Clădiri sociale şi administrative, şcoli, lab. | 0,9 | 0,9 | |
| Depozite | 0,7 | | |
| Din clădiri mici, până la 200 m2 | 1 | fluorescent necomp. 0,55 | |
| Hale industriale<br>- cu ateliere şi încăperi separate<br>- cu mai multe deschideri, fără separaţii | 0,85<br>0,95 | incan desc. 1 | |
| Iluminat de siguranţă | 1 | | |
| Iluminat exterior | 0,9 | | |
| Magazii, posturi de transformare | 0,6 | | |

**ANEXA 2**

## Factorii de utilizare pentru aparatele de iluminat fabricate de I. Electrobanat, Timişoara

| **Factorii de reflexie** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **tavan** | **0.70** | | | **0.50** | | | **0.30** | | |
| **pereţi** | **0.50** | **0.30** | **0.10** | **0.50** | **0.30** | **0.10** | **0.50** | **0.30** | **0.10** |
| **indicele încăperii** | **Factorii de utilizare** | | | | | | | | |
| **FIA-01-120; 140; 165 (fig.A.6.1.a)** | | | | | | | | | |
| 0.60 | 0.25 | 0.19 | 0.15 | 0.23 | 0.18 | 0.14 | 0.22 | 0.16 | 0.14 |
| 0.80 | 0.31 | 0.25 | 0.21 | 0.29 | 0.24 | 0.20 | 0.28 | 0.23 | 0.19 |
| 1.00 | 0.35 | 0.29 | 0.25 | 0.33 | 0.28 | 0.24 | 0.31 | 0.26 | 0.23 |
| 1.25 | 0.40 | 0.34 | 0.29 | 0.36 | 0.31 | 0.27 | 0.34 | 0.29 | 0.26 |
| 1.50 | 0.43 | 0.37 | 0.32 | 0.40 | 0.35 | 0.30 | 0.37 | 0.32 | 0.29 |
| 2.00 | 0.48 | 0.43 | 0.38 | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.41 | 0.37 | 0.33 |
| 2.50 | 0.53 | 0.47 | 0.42 | 0.49 | 0.44 | 0.40 | 0.45 | 0.41 | 0.37 |
| 3.00 | 0.56 | 0.51 | 0.46 | 0.51 | 0.46 | 0.43 | 0.47 | 0.43 | 0.40 |
| 4.00 | 0.61 | 0.55 | 0.51 | 0.55 | 0.51 | 0.48 | 0.50 | 0.47 | 0.45 |
| 5.00 | 0.63 | 0.58 | 0.54 | 0.58 | 0.53 | 0.50 | 0.52 | 0.49 | 0.47 |

| FIA-03-120; 140; 165 (fig.A.6.2.a) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.60 | 0.26 | 0.20 | 0.16 | 0.24 | 0.19 | 0.15 | 0.22 | 0.17 | 0.14 |
| 0.80 | 0.33 | 0.26 | 0.22 | 0.31 | 0.25 | 0.21 | 0.29 | 0.23 | 0.20 |
| 1.00 | 0.37 | 0.31 | 0.27 | 0.35 | 0.29 | 0.25 | 0.32 | 0.27 | 0.23 |
| 1.25 | 0.42 | 0.36 | 0.31 | 0.39 | 0.33 | 0.29 | 0.35 | 0.30 | 0.27 |
| 1.50 | 0.45 | 0.39 | 0.34 | 0.42 | 0.37 | 0.32 | 0.38 | 0.34 | 0.30 |
| 2.00 | 0.51 | 0.45 | 0.40 | 0.47 | 0.42 | 0.37 | 0.43 | 0.38 | 0.35 |
| 2.50 | 0.56 | 0.50 | 0.45 | 0.51 | 0.47 | 0.42 | 0.47 | 0.43 | 0.39 |
| 3.00 | 0.59 | 0.53 | 0.48 | 0.54 | 0.49 | 0.45 | 0.49 | 0.45 | 0.42 |
| 4.00 | 0.64 | 0.59 | 0.53 | 0.59 | 0.54 | 0.50 | 0.53 | 0.49 | 0.47 |
| 5.00 | 0.67 | 0.62 | 0.56 | 0.62 | 0.56 | 0.53 | 0.55 | 0.51 | 0.49 |
| **FIA-01-220; 240; 265 (fig.A.6.1.b)** | | | | | | | | | |
| 0.60 | 0.34 | 0.27 | 0.20 | 0.33 | 0.26 | 0.22 | 0.32 | 0.25 | 0.22 |
| 0.80 | 0.43 | 0.36 | 0.28 | 0.41 | 0.35 | 0.30 | 0.40 | 0.34 | 0.30 |
| 1.00 | 0.47 | 0.41 | 0.33 | 0.45 | 0.40 | 0.36 | 0.43 | 0.39 | 0.35 |
| 1.25 | 0.52 | 0.46 | 0.37 | 0.49 | 0.45 | 0.40 | 0.47 | 0.42 | 0.39 |
| 1.50 | 0.56 | 0.50 | 0.40 | 0.53 | 0.48 | 0.44 | 0.50 | 0.46 | 0.42 |
| 2.00 | 0.61 | 0.56 | 0.46 | 0.58 | 0.53 | 0.50 | 0.56 | 0.51 | 0.48 |
| 2.50 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.54 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 1 | 1 | 3 | 9 | 5 | 0 | 7 | |
| 3.00 | 0.69 | 0.65 | 0.54 | 0.66 | 0.61 | 0.59 | 0.63 | 0.59 | 0.56 |
| 4.00 | 0.74 | 0.70 | 0.59 | 0.70 | 0.66 | 0.64 | 0.66 | 0.63 | 0.61 |
| 5.00 | 0.76 | 0.70 | 0.61 | 0.72 | 0.68 | 0.66 | 0.69 | 0.65 | 0.63 |

| **Factorii de reflexie** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **tavan** | **0.70** | | | **0.50** | | | **0.30** | | |
| **pereţi** | **0.50** | **0.30** | **0.10** | **0.50** | **0.30** | **0.10** | **0.50** | **0.30** | **0.10** |
| **indicele începerii** | **Factorii de utilizare** | | | | | | | | |
| **FIA-03-220; 240; 265 (fig.A.6.2.b)** | | | | | | | | | |
| 0.60 | 0.29 | 0.23 | 0.19 | 0.26 | 0.21 | 0.18 | 0.24 | 0.19 | 0.16 |
| 0.80 | 0.36 | 0.30 | 0.27 | 0.33 | 0.28 | 0.24 | 0.31 | 0.26 | 0.23 |
| 1.00 | 0.41 | 0.35 | 0.31 | 0.37 | 0.33 | 0.29 | 0.34 | 0.30 | 0.27 |
| 1.25 | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.41 | 0.36 | 0.33 | 0.36 | 0.33 | 0.30 |
| 1.50 | 0.49 | 0.43 | 0.38 | 0.44 | 0.39 | 0.36 | 0.39 | 0.36 | 0.33 |
| 2.00 | 0.54 | 0.49 | 0.44 | 0.49 | 0.41 | 0.41 | 0.44 | 0.40 | 0.37 |
| 2.50 | 0.58 | 0.54 | 0.49 | 0.53 | 0.49 | 0.46 | 0.48 | 0.44 | 0.42 |
| 3.00 | 0.62 | 0.57 | 0.53 | 0.55 | 0.51 | 0.48 | 0.50 | 0.46 | 0.44 |
| 4.00 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.50 | 0.48 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 2 | 8 | 9 | 6 | 3 | 3 | | |
| 5.00 | 0.69 | 0.65 | 0.61 | 0.62 | 0.58 | 0.56 | 0.55 | 0.52 | 0.50 |
| **FIA-01-420; 440; (fig.A.6.1.d)** | | | | | | | | | |
| 0.60 | 0.35 | 0.29 | 0.24 | 0.33 | 0.28 | 0.23 | 0.32 | 0.26 | 0.22 |
| 0.80 | 0.44 | 0.38 | 0.34 | 0.42 | 0.36 | 0.32 | 0.41 | 0.35 | 0.31 |
| 1.00 | 0.49 | 0.43 | 0.39 | 0.46 | 0.42 | 0.38 | 0.44 | 0.40 | 0.37 |
| 1.25 | 0.53 | 0.48 | 0.43 | 0.51 | 0.46 | 0.42 | 0.47 | 0.43 | 0.40 |
| 1.50 | 0.57 | 0.51 | 0.47 | 0.53 | 0.50 | 0.45 | 0.51 | 0.46 | 0.44 |
| 2.00 | 0.62 | 0.57 | 0.53 | 0.59 | 0.55 | 0.51 | 0.54 | 0.52 | 0.49 |
| 2.50 | 0.67 | 0.63 | 0.59 | 0.63 | 0.63 | 0.57 | 0.60 | 0.57 | 0.55 |
| 3.00 | 0.70 | 0.66 | 0.62 | 0.66 | 0.65 | 0.60 | 0.63 | 0.59 | 0.57 |
| 4.00 | 0.74 | 0.71 | 0.68 | 0.70 | 0.69 | 0.65 | 0.66 | 0.63 | 0.61 |
| 5.00 | 0.77 | 0.73 | 0.70 | 0.72 | 0.70 | 0.67 | 0.68 | 0.65 | 0.63 |
| **FIA-01-340; 365 (fig.A.6.1.c)** | | | | | | | | | |
| 0.60 | 0.38 | 0.31 | 0.26 | 0.37 | 0.30 | 0.25 | 0.36 | 0.29 | 0.25 |
| 0.80 | 0.47 | 0.41 | 0.36 | 0.46 | 0.39 | 0.35 | 0.45 | 0.39 | 0.35 |
| 1.00 | 0.52 | 0.46 | 0.42 | 0.51 | 0.46 | 0.41 | 0.49 | 0.44 | 0.41 |
| 1.25 | 0.57 | 0.51 | 0.46 | 0.55 | 0.50 | 0.46 | 0.52 | 0.48 | 0.45 |
| 1.50 | 0.61 | 0.55 | 0.50 | 0.58 | 0.53 | 0.49 | 0.56 | 0.51 | 0.48 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 0.66 | 0.61 | 0.56 | 0.64 | 0.59 | 0.56 | 0.62 | 0.57 | 0.54 |
| 2.50 | 0.72 | 0.67 | 0.63 | 0.69 | 0.65 | 0.62 | 0.66 | 0.63 | 0.61 |
| 3.00 | 0.75 | 0.70 | 0.70 | 0.72 | 0.48 | 0.65 | 0.69 | 0.65 | 0.63 |
| 4.00 | 0.79 | 0.75 | 0.74 | 0.75 | 0.72 | 0.70 | 0.73 | 0.70 | 0.68 |
| 5.00 | 0.81 | 0.77 | 0.77 | 0.78 | 0.74 | 0.72 | 0.75 | 0.72 | 0.70 |

| **Factorii de reflexie** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **tavan** | **0.70** | | | **0.50** | | | **0.30** | | |
| **pereţi** | **0.50** | **0.30** | **0.10** | **0.50** | **0.30** | **0.10** | **0.50** | **0.30** | **0.10** |
| **indicele încăperii** | **Factorii de utilizare** | | | | | | | | |
| **FIA-03-340; 365 (fig.A.6.2.c)** | | | | | | | | | |
| 0.60 | 0.28 | 0.21 | 0.17 | 0.26 | 0.20 | 0.16 | 0.24 | 0.18 | 0.15 |
| 0.80 | 0.35 | 0.28 | 0.25 | 0.32 | 0.27 | 0.23 | 0.30 | 0.30 | 0.25 |
| 1.00 | 0.39 | 0.33 | 0.29 | 0.36 | 0.31 | 0.27 | 0.33 | 0.23 | 0.27 |
| 1.25 | 0.43 | 0.37 | 0.33 | 0.40 | 0.35 | 0.31 | 0.36 | 0.32 | 0.29 |
| 1.50 | 0.47 | 0.41 | 0.36 | 0.43 | 0.38 | 0.34 | 0.39 | 0.35 | 0.32 |
| 2.00 | 0.52 | 0.47 | 0.42 | 0.48 | 0.43 | 0.39 | 0.44 | 0.40 | 0.36 |
| 2.50 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.48 | 0.4 | 0.41 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 2 | 7 | 2 | 8 | 4 | | 4 | |
| 3.00 | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.55 | 0.50 | 0.47 | 0.50 | 0.46 | 0.44 |
| 4.00 | 0.65 | 0.60 | 0.56 | 0.59 | 0.55 | 0.52 | 0.54 | 0.50 | 0.48 |
| 5.00 | 0.68 | 0.63 | 0.59 | 0.62 | 0.57 | 0.54 | 0.56 | 0.52 | 0.50 |

Literele şi cifrele, care formează simbolurile folosite la denumirea tipurilor de aparate de iluminat, au următoarele semnificaţii:

F - fluorescent;

I - interior;

R - cu reflector (cu flux dirijat);

D - cu dispersor (cu flux transmis difuz);

G - cu grătar (pentru protecţie);

A - pentru montaj aparent;

S - pentru montaj suspendat;

SI - pentru montaj semiîngropat;

P - protejat contra umidităţii şi prafului.

În figura A2.1 se prezintă semnificaţiile grupurilor de caractere folosite pentru reprezentarea şi identificarea aparatelor de iluminat.

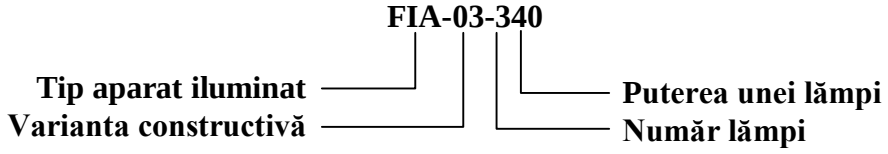


Figura A2.1. Explicativă pentru reprezentarea şi identificarea aparatelor de iluminat.

Aspectele constructive ale aparatelor de iluminat FIA-01 şi FIA-03 sunt prezentate în figurile A.2.2.respectiv A.2.3., împreună cu cotele de gabarit.

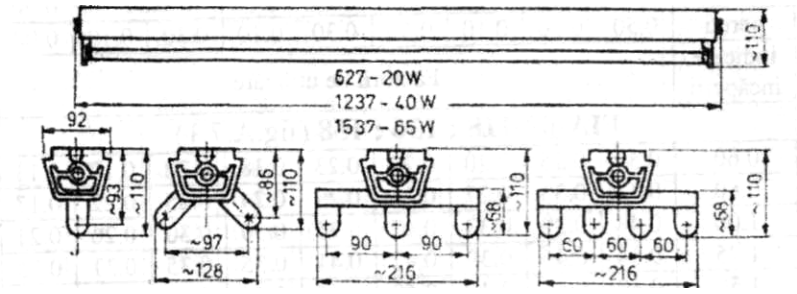



Figura A.2.2. Aparate de iluminat de tipurile: a) FIA-01-120; 140; 165;
b) FIA-01-220; 240; 265; c) FIA-01-340; 365; d) FIA-01-420; 440.

621-20W
1231-40W
1531-65W

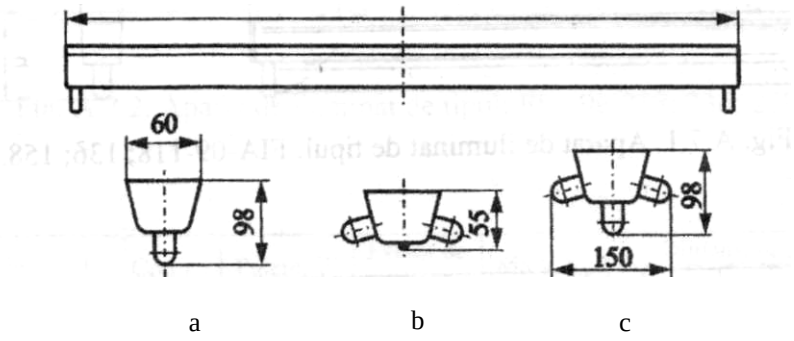



Figura A.2.3. Aparate de iluminat de tipurile: a) FIA-03-120; 140; 165;
b) FIA-03-220; 240; 265; c) FIA-03-340; 365.

## ANEXA 3

### Luxmetrul tip PU 150

Luxmetrul tip PU 150 este un aparat de măsură, portabil, care permite determinarea iluminării într-un anumit punct. Acesta este prezentat în figura A10, punându-se în evidenţă aparatul, celula fotoelectrică şi conexiunea dintre acestea.

Domeniile de măsură ale luxmetrului permit măsurători în următoarele intervale de valori: (0 - 200) lx, (0 - 1000) lx şi (0 - 5000) lx.

Figura A.3. Luxmetru tip PU 150

În tabelul A2 sunt concentrate datele tehnice importante ale luxmetrului tip PU 150.

Datele tehnice ale luxmetrului tip PU 150

*Tabelul A2*

| **Domenii de măsură** | | **Poziţii de lucru ale comutatorului** | | **Precizie** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **de bază** | **suplimentare** | **Poz** | **Domeniu de măsură** | **Domeniu** | **Toleranţă** |
| 10 lx (cu fotorezistor ca traductor)<br><br>20 lx, 1000 lx, 5000 lx (cu fotorezistor ca traductor) | 40 lx - cu filtru de diminuare 4 x pentru fotorezistor<br><br>100000 lx - cu filtru de diminuare 4 x pentru fotorezistor | 1 | 0 - poziţie repaus | 10 lx | 10% |
| | | 2 | 5000 x (se poate utiliza cu filtru 20 x) | 40 lx (filtru 4 x) | 20% |
| | | 3 | 1000 lx | 200 lx | 10% |
| | | 4 | 200 lx | 1000 lx | 10% |
| | | 5 | 10 lx (se poate utiliza cu filtru 20 x) | 5000 lx | 10% |
| | | 6 | KB - controlul bateriei (funcţionare - ≥ 3,5 V) | 100000 lx (filtru 20 x) | 20% |
| | | 7 | 0 - poziţie repaus | - | - |

## ANEXA 4

Tipuri de surse de lumină Philips

TL

QL

PL-T

PL-L

SOX

SON-T

SON

HPL-N

# ANEXA 5

## Clasificarea încăperilor şi locurilor în care se amplasează instalaţiile electrice

| Criteriu | Categoria | Caracteristici |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Din punct de vedere al caracteristicilor mediului | $U_0$ | Încăperi uscate: umiditatea aerului sub 75% (camere de locuit, birouri, magazine, săli de clasă, încăperi industriale cu procese tehnologice uscate etc.) |
| | $U_1$ | Încăperi umede cu intermitenţă (ceaţă sau condensaţii pe pereţi pe perioade scurte): umiditatea aerului nu depăşeşte timp îndelungat 75% (spaţiile din exterior acoperite în care nu ajung stropi de ploaie, W.C.-urile şi bucătăriile din locuinţe, călcătoriile şi uscătoriile etc.). |
| | $U_2$ | Încăperi umede: umiditatea aerului de 75 ÷ 95%, însă pereţii nu sunt îmbibaţi cu apă (băile şi spălătoriile comune, bucătăriile publice, staţiile de pompare etc.) |
| | $U_3$ | Încăperi ude: umiditatea aerului peste 95%, pereţii sunt îmbibaţi cu apă (băi, duşuri şi spălătorii comune sau în industrie, W.C.-uri publice, camere frigorifice, staţii de spălare a autovehiculelor etc.) |
| | P | Încăperi cu praf necombustibil a cărui depunere pe elementele instalaţiilor electrice poate afecta funcţionarea acestora (depozite de nisip, ateliere de polizat etc.) |
| | K | Încăperi cu mediu coroziv produs de vapori, gaze, lichide, praf etc., cu acţiune distructivă asupra materialelor utilizate la executarea instalaţiilor electrice (încăperi cu băi galvanice, încăperi pentru baterii de acumulatoare, W.C.-uri publice, grajduri etc.) |
| | T | Încăperi sau părţi din ele cu temperaturi ridicate permanent peste + 35°C sau cu depăşiri frecvente peste + 40°C (spaţiul din jurul cuptoarelor din turnătorii, forje, ateliere de tratament termic etc.) |
| | CE | Încăperi bune conductoare de electricitate: au pereţi, pardoseală, obiecte interioare bune conductoare de electricitate (v. mai jos încăperi periculoase şi foarte periculoase) |
| | EE | Încăperi speciale pentru echipamente electrice accesibile numai persoanelor calificate care au în sarcină exploatarea acestor echipamente (staţii şi posturi de transformare şi conexiuni, camere de distribuţie, camere de comandă etc.) |
| Din punct de vedere al pericolului de electrocutare | Nepericuloase | Nu îndeplinesc nici una din condiţiile care definesc încăperile periculoase şi foarte periculoase menţionate mai jos. |
| | Periculoase | Încăperile sau locurile unde este îndeplinită cel puţin una din următoarele condiţii:<br>- au pardoseala bună conducătoare de electricitate (beton, pământ etc.);<br>- au mase metalice în legătură cu pământul, care ocupă până la 60% din suprafaţa zonei de manipulare;<br>- umiditatea şi temperatura aerului sunt respectiv 75 ... 97% şi 25 ... 30°C;<br>- au degajări de praf bun conducător de electricitate (pilituri metalice, oxizi metalici etc.);<br>- gazele şi lichidele din încăpere scad rezistenţa electrică a corpului omenesc |
| | Foarte periculoase | Încăperile sau locurile unde este îndeplinită cel puţin una din următoarele condiţii:<br>- umiditatea aerului este peste 97%, iar temperatura peste 35 °C;<br>- masele metalice în legătură cu pământul ocupă peste 60% din suprafaţa zonei de manipulare; |

| | | |
|---|---|---|
| | | - mediul este coroziv |

(continuare)

| 1 | 2 | 3 | |
|---|---|---|---|
| Din punct de vedere al pericolului de incendii şi explozie | A | Încăperi şi secţii unde se prelucrează, manipulează sau depozitează: substanţe a căror aprindere sau explozie poate avea loc în urma acţiunii apei sau oxigenului din aer, lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor până la 20 °C, gaze şi vapori cu limita inferioară de explozie până la 10%, când sunt în cantităţi care pot forma cu aerul amestecuri explozibile | Funcţie de iminenţa pericolului de explozie aceste medii sunt de următoarele categorii:<br>- EI: amestecul exploziv de gaze sau vapori există (permanent, periodic sau intermitent) în condiţii de funcţionare normală: în interiorul şi în apropierea cabinelor de pulverizare şi vopsire cu solvenţi volatili, spaţii cu rezervoare sau vase deschise cu lichide inflamabile neventilate corespunzător;<br>- EIa: amestecul exploziv de gaze sau vapori apare accidental sau în caz de avarie: malaxoare soluţii, maşini gumat, buncăre negru de fum în fabricile de cauciuc şi mase plastice; agregat cu recipiente şi agitator pentru preparat apreturi, aparat de degresat în tăbăcării etc.;<br>- Elb: ca Ela însă poate fi detectat uşor prin miros sau analizoare şi eliminat cu ventilaţia de avarie: săli compresoare de amoniac, instalaţii frigorifice cu absorbţie, instalaţii de laboratoare chimice etc. |
| | B | Idem: lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor de 20 … 120 °C, gaze şi vapori cu limita inferioară de explozie mai mare de 10%, când sunt în cantităţi care pot forma cu aerul amestec explozibil | |
| | C | Idem: substanţe şi materiale combustibile solide şi lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor peste 120 °C sau unde există aparataj electric cu peste 60 kg ulei pe unitate | Mediul cu praf combustibil poate fi de următoarele categorii:<br>- EII: praf combustibil în suspensie (permanent, periodic sau intermitent) în condiţii de funcţionare normală şi-n cantităţi ce pot forma amestecuri explozibile sau incendiare: locuri în care se manipulează sau prelucrează cereale, instalaţii de producere a amidonului, de pulverizare a zahărului, de măcinare a fânului; secţii cu praf de lemn; instalaţii de pulverizare a cărbunelui; locurile unde se produc, prelucrează şi manipulează praf şi pulbere metalică etc.;<br>- EIIa: praf combustibil depozitat pe echipamentul electric, împiedicând evacuarea căldurii şi deci prezentând pericol de aprindere: spaţii cu jgheaburi şi benzi rulante, silozuri şi utilaje închise în care praful poate scăpa accidental; spaţii învecinate cu cele de categoria EII şi-n care ar putea pătrunde concentraţii de praf în condiţii anormale de funcţionare, spaţii unde formarea concentraţiei de praf în suspensie este prevenită de AMC, magazii unde se depozitează materiale generatoare de praf în saci şi recipiente etc.;<br>- EIII: fibre sau scame uşor inflamabile în suspensie, dar în cantităţi ce nu pot forma amestec explozibil: instalaţii de prelucrare a lemnului şi fibrelor combustibile; fabrici de separarea seminţelor de bumbac, de îmbrăcăminte etc.;<br>- EIIIb: idem depozitate sau manipulate. |

(continuare)

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Din punct de vedere al pericolului de incendiu şi explozie | D | Idem: substanţe şi materiale incombustibile în stare fierbinte, topită sau incandescentă, însoţită de degajări de căldură radiantă sau de flăcări şi scântei, precum şi încăperile sau secţiile unde substanţele combustibile (solide, lichide sau gazoase) sunt folosite drept combustibil |
| | E | Idem: substanţe şi materiale incombustibile în stare rece sau materiale combustibile în stare de umiditate înaintată, cu posibilităţi de aprindere excluse. |
| Din punct de vedere al numărului de persoane | Aglomerate | Încăperile unde se pot găsi simultan minimum 50 persoane, fiecăreia revenindu-i maximum 4 $m^2$ de pardoseală, sălile de teatru indiferent de capacitate; săli de spectacol sau întruniri, grupuri de încăperi pentru expoziţii, cluburi şi cămine sindicale, amplasate la etaj sau parter, dacă pot adăposti minimum 150 (la etaj) sau 200 (la parter) persoane |
| | Neaglomerate | - încăperile care nu intră în categoria încăperilor aglomerate |

# ANEXA 6

## Secţiunile minime admise ale conductelor utilizate în interior

| Nr. crt. | Destinaţia conductelor | Secţiunile minime ale conductoarelor, $mm^2$ | |
|---|---|---|---|
| | | Cupru | Aluminiu |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Pentru interiorul corpurilor de iluminat | 0,75 | - |
| 2 | Pentru un singur corp de iluminat | 1 | 2,5 |
| 8 | Pentru circuite de lumină | 1,5 | 2,5 |
| 4 | Pentru o singură priză | 1,5 | 2,5 |
| 5 | Pentru circuite de priză | 2,5 | 4 |
| 6 | Pentru circuitele prizelor în apartamente | 1,5 | 2,5 |
| 7 | Pentru circuitele primare ce alimentează firmele cu lămpi cu descărcări | 2,5 | 4 |
| 8 | Pentru circuite de forţă | 1,5 | 2,5 |
| 9 | Pentru circuite monofazate, conductorul de nul va avea aceeaşi secţiune ca şi conductorul de fază | | |
| 10 | Pentru circuite de lumină trifazate cu patru conductoare, până la o secţiune de 16 $mm^2$ a conductoarelor de fază, secţiunea conductorului de nul de lucru, va fi egală cu aceea a conductoarelor de fază | | |
| 11 | Pentru circuite de lumină trifazate cu patru conductoare începând cu secţiunea conductorului de fază de 25 $mm^2$, secţiunile minime pentru conductorul de nul de lucru vor fi: | | |
| | - pentru 25 $mm^2$ | 16 | 16 |
| | - pentru 35 $mm^2$ | 16 | 16 |
| | - pentru 50 $mm^2$ | 25 | 25 |
| | - pentru 70 $mm^2$ | 35 | 35 |
| | - pentru 95 $mm^2$ | 50 | 50 |
| | - pentru 120 $mm^2$ | 70 | 70 |
| | - pentru 150 $mm^2$ | 70 | 70 |
| | - pentru 185 $mm^2$ | 95 | 95 |
| | - pentru 240 $mm^2$ | 120 | 120 |
| | - pentru 300 $mm^2$ | 150 | 150 |
| | - pentru 400 $mm^2$ | 185 | 185 |
| 12 | Pentru coloane din clădiri de locuit, conductorul de protecţie: | | |
| | - la coloanele colective | 6 sau OL 100 $mm^2$ | - |
| | - la coloane individuale | 4 | - |
| 13 | Pentru circuitele din apartamente, conductorul de protecţie | 2,5 | - |
| 14 | Pentru coloane între tabloul principal şi secundar, se va determina prin calcul, dar minimum | 2,5 | 4 |
| 15 | Pentru conducte de legătură dintre contor şi tabloul de distribuţie al instalaţiei interioare din locuinţe, se va determina prin calcul, dar minimum | | |
| | - pentru reţele cu tensiunea de 120 V | 10 | 10 |
| | - pentru reţele cu tensiunea de 220 V | 6 | 6 |
| 16 | Pentru instalaţiile mononul | | |
| | - conductorul de fază pentru iluminat şi prize | 1,5 | 2,5 |
| | - conductorul de nul comun | 2,5 | 2,5 |
| | - conductorul de legătură între contor şi tabloul de distribuţie al instalaţiei | 2,5 | 4 |

(continuare)

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| 17 | Pentru conducte de legătură din interiorul tablourilor de distribuţie şi automatizare: | | |
| | - legături lipite | 1 | - |
| | - legături cu cleme sau la borne | 1,5 | 2,5 |
| 18 | Pentru circuitele secundare ale transformatoarelor de curent pentru măsură | 2,5 | - |
| 19 | Pentru cordoanele de alimentare ale utilajelor mobile sau portative, secţiunea conductorului va fi pentru un consum de curent al aparatului: | | |
| | - până la 2 A | 0,50 | - |
| | - până la 6 A | 0,75 | - |
| | - peste 6 A până la 10 A | 1,0 | - |
| | - peste 10 A până la 16 A | 1,5 | - |
| | - peste 16 A până la 25 A | 2,5 | - |
| | - peste 25 A până la 32 A | 4 | - |
| | - peste 32 A până la 40 A | 6 | - |
| | - peste 40 A până la 63 A | 10 | - |
| 20 | Pentru cordoanele de alimentare ale corpurilor de iluminat portative, secţiunea conductorului va fi pentru un consum de curent al aparatului: | | |
| | - până la 4 A | 0,5 | - |
| | - peste 4 A până la 10 A | 0,75 | - |

## ANEXA 7

Secţiuni (diametre), minime admise pentru conductele montate în exterior

| Nr. crt. | Destinaţia conductelor | Secţiunile (diametrele) minime ale conductoarelor | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Cupru, $mm^2$ | Aluminiu, $mm^2$ | Oţel, $mm^2$ |
| 1 | Pentru instalaţii aeriene pe izolatoare, montate pe suporturi incombustibile fixate pe pereţi, în exteriorul clădirilor, la distanţă de maximum 4 m între suporturi | 4 | 10 | ⦸3 |
| 2 | Pentru interiorul corpului de iluminat | 1 | - | - |

Obs: Utilizarea conductelor masive în exteriorul clădirilor pe pereţi se admite până la cel mult 16 $mm^2$ în cazul cuprului, 10 $mm^2$ în cazul aluminiului şi ⦸ 6 $mm^2$ în cazul oţelului.

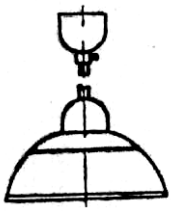
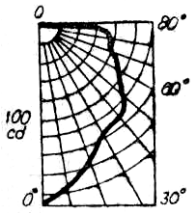
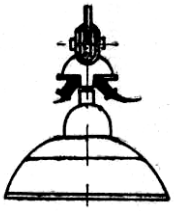
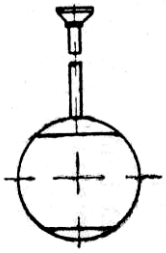
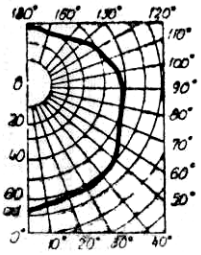
## ANEXA 8

Pierderi de tensiune maxime admise, faţă de tensiunea nominală de utilizare în instalaţiile electrice de joasă tensiune, in procente

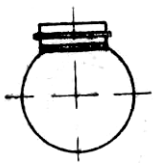
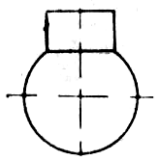
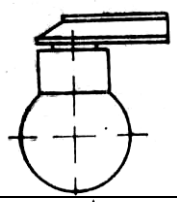
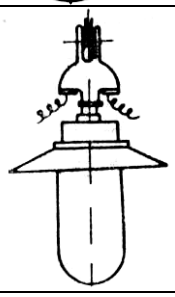
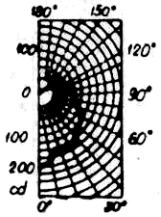
| Situaţia de alimentare cu energie electrică | Felul instalaţiei | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Iluminat | Forţă | | AMC |
| | | regim permanent | regim de pornire | |
| Consumator alimentat din reţeaua de joasă tensiune a furnizorului | 3 | 5 | 12 sau conform valorii maxime de receptor | conform valorilor maxime admise de aparate |
| Consumator alimentat prin posturi de transformare sau din centrale proprii | 8 | 10 | | |
| Receptoare:<br>- izolate şi îndepărtate;<br>- alimentate cu tensiune redusă (sub 42 V) | 10 | - | | |

## ANEXA 9

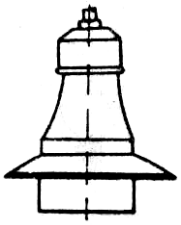
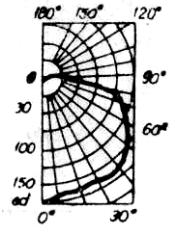
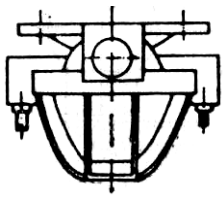
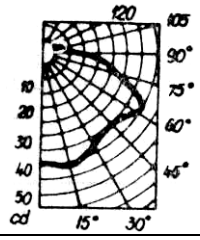
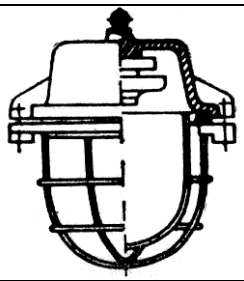
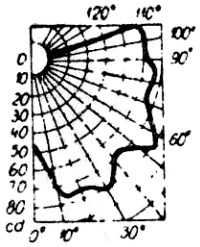
# Corpuri de iluminat pentru lămpi cu incandescentă

| Denumirea | Schiţa corpului de iluminat | Curba fotometrica la $\Phi_l$ = 1 000 lm | Randamentul | Utilizare | Observaţ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ndul fuzant tip ediaş. |  |   | 0,75 | Hale industriale înalte, cu plafon de culoare închisă sau din sticlă; pericol de orbire (δ = 30°) | Tip PED-250 pe până la 150 W; tip PED-350 pentr 200 W (dulie E 27) |
| afonieră fuzantă tip ediaş |  | Aceeaşi cu pendulul difuzant tip Mediaş | 0,75 | Iluminatul general al halelor şi atelierelor cu înălţime mică şi unde este necesară deplasarea pe verticală a corpului de iluminat | Tip PAD-250 pe până la 150 W; tip PAD-350 pe până la 200 W |
| ndul cu tijă glob opal |  |   | 0,79 | Încăperi înalte sau de înălţime mijlocie cu plafon şi pereţi de culoare deschisă: birouri, clase, magazii, coridoare, magazine, săli de aşteptare | Tip PE-80 pentru lă 40 W; tip PE-100 pentru lă 100 W; tip PE-120 pentru lă 150 W; tip PE-150 pentru lă 200 W Idem, pendul cu p bachelită tip PE-B 100, PE-B-120. |

(continuare)

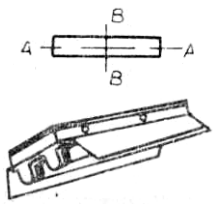
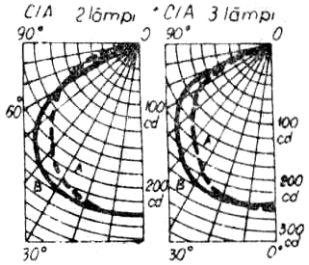
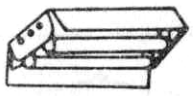
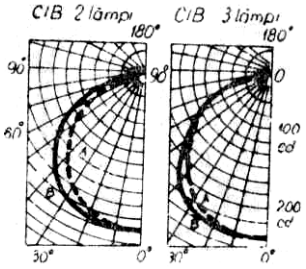
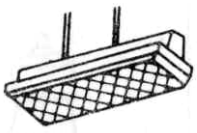
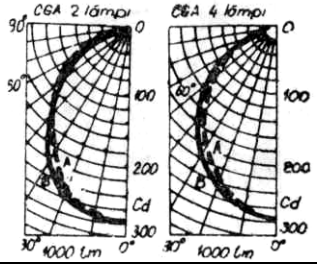
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| fonieră talică tip PA glob opal |  | Aceeaşi cu poziţia 3 | 0,79 | Încăperi de înălţime redusă cu plafon şi pereţi de culoare deschisă: birouri, coridoare, magazii. | Tip PA-80 pentru lă 40 W;<br>tip PA-100 pentru lă 100 W;<br>tip PA-120 pentru lă 150 W;<br>tip PA-150 pentru lă 200 W. |
| lică dreaptă porţelan cu b opal tip D |  | | 0,79 | Iluminat general în holuri, băi, coridoare, terase etc. | - Se pot monta lăm până la 60 W;<br>- fixare pe plafon. |
| lică de ţelan cu braţ AP-B |  | | 0,79 | | - Se pot monta lămp până la 60 W;<br>- fixare pe perete. |
| mătură permeabilă PIC |  |  | 0,6÷0,7 | Iluminatul exterior şi interior al locurilor expuse stropirii | PIC-60 pentru lămp<br>PIC-200 pentru lăm 150-200 W |

(continuare)

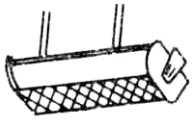
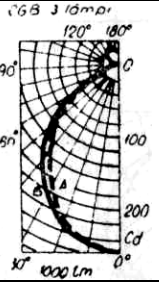
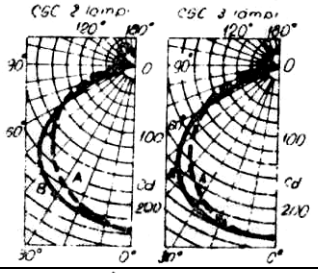
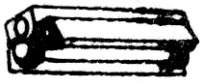
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| p de i-<br>inat public |  |  | 0,85 | Iluminat exterior unde sunt necesare i-luminări mari: încăperi industriale de înălţime medie cu plafon de culoare închisă sau din sticlă | Pentru lămpi de 100 |
| năturăă<br>nşă dreaptă<br>IE 60 |  |  | 0,6÷0,7 | Iluminatul mediilor expuse umidităţii până la 95% sau cu particule de praf în suspensie | - Fixare pe plafon sa<br>suspendată, tip IED<br>pe perete IEP 60;<br>- puterea maximă a<br>60 W |
| p de<br>minat cu<br>uranţă<br>ită tip<br>S-7 |  |  | 0,65 | Iluminatul general în locurile cu pericol de explozie (galerii de mină) | - Fixare prin cârlig<br>suspensie;<br>- puterea maximă a<br>100 W |

## ANEXA 10

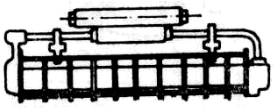
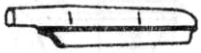
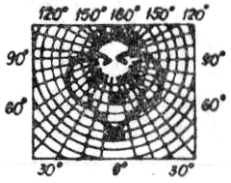
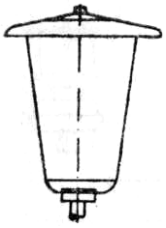
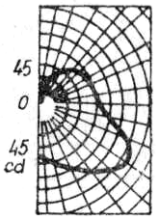
Corpuri de iluminat pentru lămpi fluorescente

| Denumirea | Schiţa corpului de iluminat | Curba fotometrică la $\Phi_l$ = 1000 lm | Rand. $\eta_c$ | Utilizare | Obse |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| rp de iluminat ntru tuburi orescente tip A (reflector perforat) |  |  | 0,82-0,87 | Încăperi industriale în medii lipsite de agenţi corozivi, cu umiditate relativă 65%, temperatura 5…35°C, presiune atmosferică normală | Variante: CIA 140; 1 CIA 240; 2 CIA 340; 3 CIA 440 |
| rp de iluminat ntru tuburi orescente tip B, cu reflector rforat) |  |  | 0,79-0,82 | Idem, în cazul tavanelor capabile să reflecte lumina | Tip CIB, va identice cu |
| rp de iluminat CGA cu tuburi orescente, cu tar dispersor, ntru utilizări nerale |  |  | 0,85 | Iluminat interior în birouri, hale cu plafonul jos, localuri, şcoli, magazine, locuinţe, în aceleaşi condiţii de mediu ca şi corpurile CIA | Variante: CGA 120; CGA 220; CGA 340; CGA 420; |

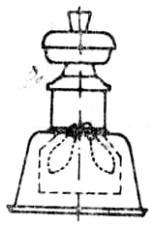
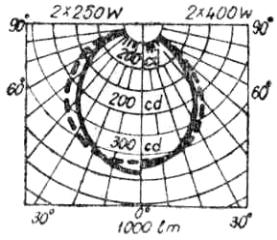
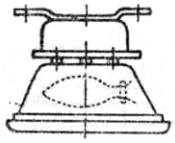
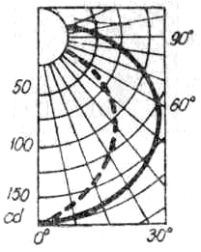
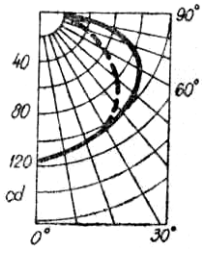
(continuare)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| rp de iluminat CGB cu tuburi orescente, cu tem optic |  |  | 0,85 | Idem, când se urmăreşte obţinerea unui efect decorativ deosebit | Tip CGB, v similare eu |
| rp de iluminat tuburi orescente tip GC | |  | 0,83 | Ca CGA, acolo unde este necesar un aspect mai pretenţios | Variante: CGC 220; 2 CGC 420; 4 |
| rp de iluminat tuburi orescente cu otecţie specială, CP |  | | 0,75-0,85 | În medii cu conţinut ridicat de praf şi umiditate, cu temperaturi ale mediului ambiant de 5…45°C | - Fără refle CPA 140; 2 - Cu reflect CPB 140; 2 - lămpi LF |

(continuare)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| rp de iluminat<br>psulat cu tub<br>orescent, tip<br>IF 140 |  | - | - | În medii explozive | - antigrizut<br>antiexplozi<br>antideflagra<br>- o lampă L<br>LFR 40 |
| rp de iluminat<br>erior tip CBB<br>0 (format<br>nană) |  |  | - | Iluminat exterior până la 15°C: incinte industriale, gări, străzi, piețe | Funcționea<br>lămpi LFR |
| rp de iluminat<br>orescent<br>nconic tip PT<br>0 |  |  | - | Iluminat public exterior decorativ: parcuri, alei, străzi mai puțin circulate, bulevarde, intersecții | Funcționea<br>lămpi LFA |

(continuare)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| rp de iluminat<br>atru hale tip<br>SC |  |  | - | Iluminat interior hale | Tip PVSC<br>2 x LVF 25<br>Tip PVSC<br>2 x LVF 40 |
| rp de iluminat<br>nş IBV-1250, cu<br>npi cu balon<br>orescent |  |  | - | Iluminatul încăperilor umede în care umiditatea depăşeşte 97% şi al încăperilor cu degajări de praf combustibil | Cu o lampă |
| rp de iluminat<br>ijat tip PVD | |  | - | Iluminatul căilor cu circulaţie intensă, a locurilor care necesită un iluminat intens; iluminat public pe străzi sau bulevarde | - tip PVD 1<br>cu 1 x LVF<br>- tip PVD 1<br>cu 1 x LVF<br>- tip PVD 1<br>cu 1 x LVF |

## ANEXA 11

Înălţimi minime de suspendare şi unghiuri de protecţie pentru montajul corpurilor de iluminat

| tia încăperii | Corpuri de iluminat cu reflector | | | | | Corpuri de iluminat din material cu luminanţă de max. 500 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lămpi cu luminanţă minimă de 10 000 nt | | | Lămpi cu o luminanţă de la 5 000 până la 10 000 nt | | Puterea lămpii, W | Dimensiunile încăperilor monte | |
| | Înălţimea de montare deasupra pardoselii, m | Puterea lămpii, W | Unghiul de protecţie | Înălţimea de montare deasupra pardoselii, m | Unghiul de protecţie | | lăţime | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| uri şi instalaţii ale speciale | Nu se recomandă | | - | Oricare | 45° în plan transversal faţă de axa lămpii, 30° în plan paralel cu axa lămpii | max. 200 | $4H_0$ | |
| | | | | | | min. 200 | $3H_0$ | |
| industriale, în eneral | min 6 | Orice fel | 15° | min 6 | 12° | max. 200 | $5H_0$ | Or |
| | 2,5÷6 | 100÷300 | 20° | min 6 | 20° în plan transversal pe axa lămpii | min. 200 | $4H_0$ | Or |
| | max 2,5 | 1 000÷150 | 30° | | | | | |
| iluminat local | - | - | 30° | - | 20° | luminanţă maximă 1 50 | | |
| eceri, încăperi, în e lucrează în nenţă etc. | - | - | 10° | Nu este obligatorie ecranarea dacă lampa nu este vizibilă de la locul de muncă | | Nu se limitează | | |

**ANEXA 12**

Iluminări Philips - interioare şi exterioare

Aeroportul din Dublin

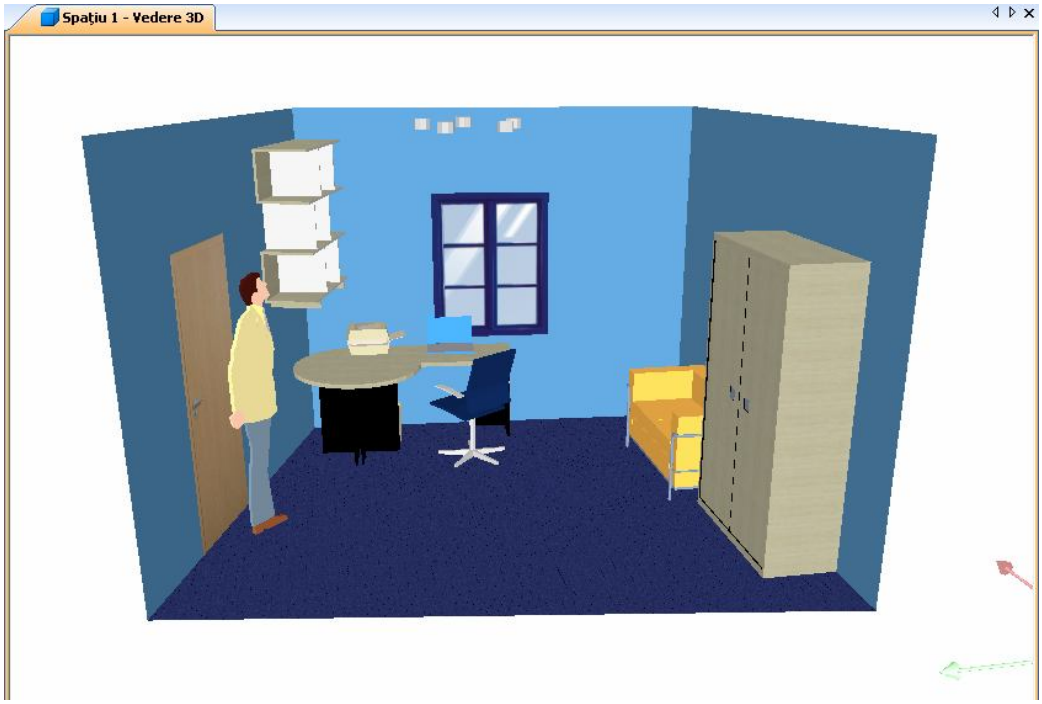
„Ochiul Londonez”

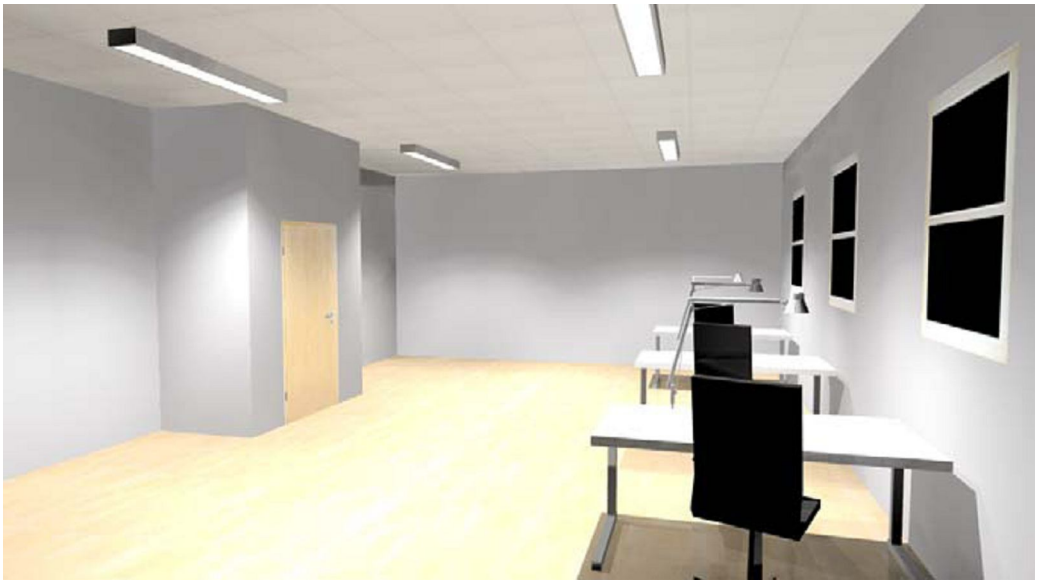
Iluminat stradal în Breskens

Iluminat exterior la Plaza de Indautxu

## ANEXA 13

Imagini 3D realizate cu ajutorul programului DIALux



# BIBLIOGRAFIE

1. Ahrends.J.sa. *Manualul inginerului*, Fundamente Hutte, Editura Tehnica Bucuresti, 1995
2. Bercovici.M. *Retele electrice, Calculul electric*, Editura Tehnica Bucuresti, 1974
3. Bianchi, C; Mira, N.; Moroldo, D.; Georgescu, A. and Moroldo, H. *Sisteme de iluminat interior şi exterior. Concepţie. Calcul. Soluţii.* Bucureşti: Editura Matrix Rom, 1998**.**
4. Bianchi, C. *Luminotehnica, Aspecte fundamentale şi aplicative, Vol. I, Noţiuni fundamentale, echipamente şi iluminatul interior.* Bucureşti: Editura Tehnică, 1990.
5. Bianchi, C. *Luminotehnica, Aspecte fundamentale şi aplicative, Vol. II, Iluminatul exterior şi anexe.* Bucureşti: Editura Tehnică, 1990.
6. Chindriş, M. şi Ştefanescu, S. *Ghidul centrului de ingineria iluminatului, Vol. I,* Cluj-Napoca: Editura Mediamira, 2000.
7. Comşa, D.; Darie, S.; Maier, V.; Chindriş, M. *Proiectarea instalaţiilor electrice industriale, Ediţia a doua.* Bucureşti: Editura Didactică şi Pedagogică, 1983.
8. Comşa, D. ş.a. *Documentaţia tehnico-economică în electrotehnică.* Cluj-Napoca: Litografia U.T.C.-N, 1993.

9. Drăgan, G., Bianchi, C. ş.a. *Dicţionar explicativ pentru ştiinţele exacte, Luminotehnica.* Bucureşti, Editura Academiei Române şi Editura Agir, 2001.

10. Pietrăreanu, E. *Agenda electricianului, Ediţia a IV - a, revăzută şi completată.* Bucureşti, Editura Tehnică, 1986.

11. Pop, F., Beu, D. ş.a. *Ghidul centrului de ingineria iluminatului, Voi. II,* Cluj-Napoca: Editura Mediamira, 2000.

12. V., Rafiroiu Corina ş.a. *Eficientizarea economică prin proiectare a instalaţiilor de iluminat public.* Ingineria iluminatului, nr. 5. Editura Mediamira, Cluj-Napoca, pp. 49-57.

14. Popovici, O., *Instalatii electrice industriale.* Cluj-Napoca: Editura Mediamira, 2003

15. Popovici,O. ; Popovici,D. *Tehnologii electrotermice in camp de microunde pentru materiale deramice*, Editura Mediamira Cluj-Napoca, 2000

16. Rafiroiu Corina, Maier, V. ş.a. *Eficientizarea economică a instalaţiilor de iluminat interior.* Ingineria iluminatului, nr. 8, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, pp. 43 - 48.

17. Simion.E. *Electrotehnica,* Editura Didactica si pedagogica Bucuresti, 1978

18. Sufrim.E. *Indreptar de proiectare al instalatiilor de iluminat*, Icemenerg, Bucuresti, 1992

19. ELBA - *Catalog de produse,* Timişoara, 2000.

20. ELECTROBANAT - *Catalog de produse,* Timişoara, 1993.

21.MINISTERUL MUNCII ŞI PROTECŢIEI SOCIALE - *Norme specifice de protecţie a muncii pentru transportul şi distribuţia energiei electrice,* I.C.S.P.M., Bucureşti, 1997.

22.STAS 6646/1,2,3 din 1987 - *Iluminat interior.*

23.PHILIPS - *Outdoor lighting,* 1995 - 96, Eindhoven.

24.PHILIPS & ELBA STREET LIGHTING - *Tehnică de iluminat stradal,* 2000.

25.PHILIPS - *Catalog de corpuri de iluminat,* 2001.

26.PHILIPS - *Catalog General de Lămpi / Aparataj / Dispozitive de Control,* 2000 - 2002.

27.PHILIPS - *Calculux Road - User Manual,* 2002.